18574/C
10.701

This is by Confuglielmini

By Volta, but submitted under a student's name
CBSE

72889

L' IDENTITA'
DEL FLUIDO ELETTRICO
COL COSI' DETTO
FLUIDO GALVANICO

VITTORIOSAMENTE DIMOSTRATA
CON NUOVE ESPERIENZE ED OSSERVAZIONI

MEMORIA

COMUNICATA AL SIGNORE

PIETRO CONFIGLIACHI

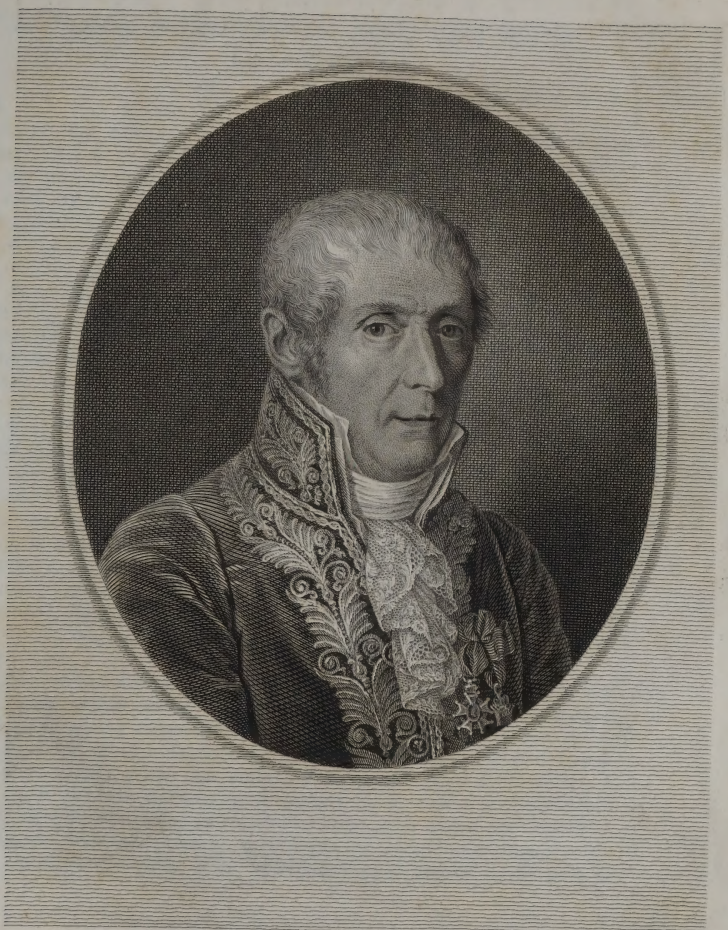
PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL' UNIVERSITA' DI PAVIA

E DA LUI PUBBLICATA CON ALCUNE NOTE.

PORTA IN FRONTE IL RITRATTO DI VOLTA
E VI È AGGIUNTO IL CATALOGO DELLE SUE OPERE
STAMPATE SINO A TUTTO L'ANNO 1813.

PAVIA)(DA G. GIOVANNI CAPELLI)(1814.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY



Giovita Garavaglia dis. ed inc.

ALEXANDER . VOLTA .
IN . RE . ELECTRICA . PRINCEPS .
VIM . RAIAE . TORPEDINIS . MEDITATVS .
NATVRAE . INTERPRES . ET . AEMVLVS

ALLI SIGNORI STUDENTI

DI FISICA SPERIMENTALE NELL' UNIVERSITA' DI PAVIA

Pianse non a guari il nostro bel paese l' immatura morte d'uno de' suoi più zelanti cultori delle naturali discipline e de' più valenti scolari del nostro VOLTA: ed io in lui perdetti altresì uno de' più cari amici. L' eguaglianza de' suoi studj coi miei, una pari inclinazione per essi, e molto più la sua benevolenza e fiducia a mio riguardo depositario mi resero d'alcuni suoi scritti, e della sua volontà intorno ai medesimi.

Ecco ciò ch' Egli mi comunicò su d' uno di essi, allorchè me gli inviò, su di quello appunto ch' ora io pubblico. » Non è più » possibile, ch' io possa ordinare questo scritto, che giudico me- » ritevolissimo della pubblica luce: questo giudizio siami permesso, » mentre non trattasi quasi di cosa mia, nè voglio che per esso » se ne faccia di me parola. Le idee originali che nel medesimo » si scontrano ad ogni passo, l' invenzione delle esperienze, l' arte » nell' eseguirle, la precisione ed utilità delle applicazioni, il lin- » guaggio scientifico con cui è scritto, e lo stile istesso ti per- » suaderanno a chiare note, ch' io stesi queste pagine per la mag- » gior parte sotto la dettatura del celebre mio Maestro, e del tuo » Predecessore, e che l' inventore istesso della Pila *e del* Conden- » satore *è quegli che quivi ragiona ed esperimenta, e non il suo » scolaro. Non ti rincresca adunque di dar ordine ai materiali » preziosi ch' esso contiene, e ch' io non ho il merito di averli » lavorati, ma bensì quello solamente d' averli riuniti, e d' affi- » darli a te ».*

La volontà dell' amico fu per me un comando. Posi mano all' opra: lessi attentamente quelle carte: ripetei anche in pubblico molte delle nuove esperienze in esse riferite: conobbi a non dubitare e per la natura degli studi a cui son dedicato, e per la famigliarità, della quale mi onora il Principe degl' Elettricisti, a qual conio fossero improntate le verità ivi esposte; e convenendo perciò pienamente nel giudizio dell' amico, non esitai un istante a pubblicarle, sebbene fossero scritte già da alcuni anni, introducendovi nelle cose e nello stile medesimo quel minore cambiamento

che mi fu possibile, affinchè più manifesta la loro origine apparisse, dalla quale deriva il loro grandissimo pregio e valore.

Nel secondare però le brame dell'amico non poco m'incoraggì la persuasione, che utilissimo esser dovrebbe agli studiosi delle naturali facoltà il soggetto di questa Memoria, maneggiato con profondità e maestria. Per esso, io meco ragionava, si porrà termine una volta alla questione sull' identità dell'elettrico col preteso fluido galvanico, *la quale di tratto in tratto va ripullulando sotto diversi aspetti: cadranno le tante assurde e bizzare ipotesi che si vanno fabbricando ogni giorno sulla distinzione fra l'* elettricità *ed il* Galvanismo, *o sulla supposta* elettricità animale *od* animalizzata: *e si apprenderà finalmente come debbasi amministrare l'elettrico co' nuovi apparati Voltiani giusta le diverse circostanze ed il fine diverso che ciascuno si propone d'ottenere. Chi ignora, che ad onta di quanto lo stesso VOLTA, ed i suoi seguaci scrissero in questi ultimi anni intorno a questa materia, continuamente non di meno si rinvengono in molte Opere sebben accreditate, in presso che tutti i Giornali scientifici, ed anche negl' atti di alcune celebri Accademie scritti e Memorie che trattano* delle leggi diverse del galvanismo, e dell'elettricismo, dei due fluidi distinti ecc., della natura del fluido galvanico, dell'elettricità animale, del potere del solo arco animale nelle contrazioni muscolari, della differenza fra i conduttori dell'elettrico, e del fluido galvanico, *ecc.? Chi mai ignora oggidì, che la Fisiologia, e la Patologia or più che mai vanno perdute dietro simili false supposizioni, e vanno creando su di esse nuovi capricciosi sistemi, relativi alla organizzazione, alle funzioni animali, alla vita, senza trarne alcun solido vantaggio, ed a danno invece della gioventù senza sua colpa ancor troppo inesperta per potersi porre in guardia contro la seduzione della novità, e di tuttociò che è mirabile e specioso? Ben più avventurata la Chimica, la quale avendo appreso dagl' insegnamenti del VOLTA a ben disporre i nuovi suoi apparati, a renderli più energici, ad impiegare insomma l'elettrico da essi spinto come il primo fra suoi agenti, poste da un canto le false ipotesi, e presi i fatti per guida, ricca si fece in questi ultimi anni di molte e sorprendenti scoperte, ed un nuovo campo si aperse di utilissime ricerche!*

Ma oltre queste riflessioni, che mi erano del più forte eccitamento nell'intrapreso lavoro, un'altro scopo vi si aggiunse del tutto a me relativo. Intento da alcuni anni a sten-

dere diverse Memorie intorno ai fenomeni che presentano i Pesci detti elettrici, e particolarmente la Torpedine, *delle quali ritardai finora la pubblicazione, perchè, non soddisfatto de' tentativi da me eseguiti nelle prime due volte che mi recai al mare, volli colà portarmi di nuovo; e memore di ciò che Plinio disse*, est benignum et plenum ingenui pudoris fateri per quos profeceris, *non avrei certamente potuto darle in luce senza dichiarare quanti utili consiglj il VOLTA m'avesse somministrato, e di quanto giovamento mi fosse stata questa stessa Memoria che ora presento. Ma quale può esservi migliore dichiarazione di quella di renderla di pubblico diritto, e di farla così precedere le mie ricerche? Così mentre io mi salvo anco presso i più maligni della taccia d'essermi delle spoglie altrui arricchito, que' principj e quegl' ammaestramenti vo porgendo, che sono necessarj alla piena intelligenza di quanto io sarò per riferire.*

Nel pubblicare però questo scritto, che la storia ragionata contiene del Galvanismo, *e che parmi dire si possa il compimento non solo della Memoria letta dal VOLTA all'Istituto di Francia, ma di quanto Egli stesso e gl' altri scrissero intorno a questo argomento: questo scritto che pieno di nuove osservazioni ed esperimenti, ciascuno dei quali essendo un vero* experimentum crucis, *vittoriosamente dimostra la sua teorica, impone perpetuo silenzio alle diverse sette de' Galvanisti, e chiude da un lato la porta all' errore per aprire dall' altro quella, che a nuovi trionfi conduce: volendo in qualche modo e per quanto le deboli mie forze il comportano, onorare la memoria del Grand' Uomo, la di cui scoperta segna una nuova epoca luminosa nei fasti della Fisica, e tributare un' omaggio d'estimazione alla somma penetrazione del suo ingegno, ed all' instancabile assiduità con cui tormentando la natura, non a caso ma a forza l' obbligò palesargli i suoi segreti, ardii fregiare quest' edizione del suo ritratto inciso da valente bulino: e la compii col Catalogo delle sue opere pubblicate sino a tutto lo scorso anno, compilato colla maggior possibile accuratezza. Possano i suoi scritti del pari che le sue sembianze ricordare il suo genio e le sue scoperte, e di quanta gloria Gli sia debitrice Italia, e questo Pavese Ateneo principalmente!*

A chi mai io poi poteva e per maggiore convenienza, e per maggiore utilità indirizzare questa Memoria scientifica, che a Voi, Giovani delle più grandi speranze, a Voi che assiduamente applicati alle fisiche instituzioni, prendeste il più vivo impegno

nella questione che quivi si agita, e che con nobile curiosità avidi d' apprendere foste presenti alla maggior parte delle nuove esperienze in essa registrate, raccogliendone con maturo discernimento ubertoso frutto: a Voi infine che partendo da questa Università frequenti volte avrete a far utile applicazione di que' principj che in questa Memoria si contengono, e sostenitori diverrete di quella teorica elettrica ch' ebbe qui la culla, come qui ebbe origine la scoperta degl' Elettromotori. *Questo scritto vi guarentirà, io spero, e contro la prevenzione e contro le ipotesi troppo vaghe, e vi insegnerà nel tempo stesso che insistere fa d' uopo nelle naturali ricerche, se ne è a cuore l'acquisto della verità e di nuove cognizioni. Il prisma rimasto quasi inoperoso nelle mani del Grimaldi, passò in quelle di Newton per essere fecondo delle più brillanti ed utili scoperte; ed il dotto Galvani cedè la palma al VOLTA d' una delle più grandi scoperte che siansi fatte nella Fisica, sebbene pel primo osservasse que' fenomeni che da lui presero nome, ed intorno ai quali richiamò l' altrui attenzione.*

Vivete felici per la gloria vostra e per quella della vostra patria, e compite così i miei voti.

Pavia il 1.° di Giugno 1814.

P.° Configliachi
Prof. di Fisica Sperimentale nell' Università
e Membro dell' Istituto Italiano.

L' IDENTITA'
DEL FLUIDO ELETTRICO
COL COSI' DETTO
FLUIDO GALVANICO

VITTORIOSAMENTE DIMOSTRATA
CON NUOVE ESPERIENZE ED OSSERVAZIONI

Non plures admittendae sunt causae quam quae verae sunt et phaenomenis explicandis sufficiunt.

NEWTON.

ARTICOLO I.

Del Galvanismo semplice ossia dei fenomeni così detti galvanici *prodotti dall' applicazione di soli due o tre conduttori, ossia motori elettrici diversi.*

§. 1. Si è dato il nome di *Galvanismo* ai moltiplici fenomeni derivanti in origine dalle belle ed insigni scoperte fatte da Luigi Galvani, Medico e Professore nell' Università di Bologna, di certe convulsioni, e forti sbattimenti, che a grande maraviglia si eccitano ne' membri recisi, e più o meno spogliati de' loro integumenti, di qualsisia animale, e singolarmente nelle gambe delle rane, e ciò in virtù di una semplice applicazione di corpi, che appartengono alla classe de' conduttori elettrici, e singolarmente di metalli, fatta in guisa tale applicazione da formare arco di comunicazione fra una ed altra parte di essi membri, massime fra nervo, e musculo. Questi effetti somigliantissimi a quelli, che produce sugli stessi organi animali una scarica elettrica artificiale anche debole, anzi pur debolissima, portarono naturalmente il celebre e sagace Professore Bolognese a pensare, che essi provenissero appunto da elettricità, e sì da un elettricità naturale e propria di quegli organi, alla quale diede perciò il nome di *Elettricità animale*. Molto anche conduceva a far credere questa una vera elettricità organica, od animale, quella della *Torpedine* non dubbia, e così potente dell' Anguilla tremante denominata *Gymnotus electricus*, e di altri pesci, dotati come questi della maravigliosa virtù di produrre in chi li tocca una vera scossa elettrica.

§. 2. A tali prime scoperte di Galvani pubblicate da lui in una egregia opera latina con figure, intitolata *de Viribus Electricitatis in motu musculari* nel 1791., ma

che non venne conosciuta, che verso la primavera del 1792., a tali fenomeni delle convulsioni, e contrazioni muscolari più o meno violente ed estese nelle rane, ed altri animali a sangue freddo, e a sangue caldo ancora (*a*) altri fenomeni egualmente sorprendenti, ed altre luminose scoperte si aggiunsero in seguito da altri fisici, che si accinsero a ripetere, e variare le *Sperienze Galvaniane*; fra' quali merita di essere distinto il nostro Volta Professore di Fisica Sperimentale nell' Università di Pavia e venerato mio Maestro. Le principali di queste nuove scoperte a lui dovute, e pubblicate nelle prime sue Memorie del 1792. e 1793. (che si trovano negli *Annali di Chimica* stampati in Pavia dal Professore Brugnatelli) sono varie sensazioni, che si eccitano cogli stessi artifizj, coll' applicazione cioè di cotali archi composti di due metalli diversi: sensazioni cioè di sapore sulla lingua, e questo acido od alcalino, secondo la disposizio-

---

(*a*) In quest' Opera di Galvani, e in altre vengono riportate, oltre varie prove riuscite sopra diversi rettili, pesci, ed uccelli, alcune altre intraprese anche sopra quadrupedi piccioli e grossi, in cui si osservarono mercè l'applicazione degli archi metallici ai loro nervi e muscoli snudati, forti contrazioni di questi, ed anche gagliardi sbattimenti di tutto un arto. Le medesime prove ebbero un eguale successo anche sopra a delle membra umane amputate, e sopra intieri cadaveri, praticate le necessarie incisioni.

Tutte queste prove riescono finchè si mantiene ne'membri, o parti recise un resto di vitalità, la quale molto più presto si estingue negli animali a sangue caldo, che negli animali a sangue freddo. In questi, segnatamente nelle testuggini, nelle rane, ed altri rettili, dura molte ore, e fin de' giorni intieri, massime nella fredda stagione. Ecco perchè il grandissimo numero di sperienze si è fatto fin dapprincipio, e continua a farsi sulle rane, facili altronde a trovarsi, ed a poter essere preparate nel modo più vantaggioso.

ne rispettivamente ad essa lingua di tali metalli combinati, ed anche quando non toccano questi immediatamente la lingua, ma vi comunicano soltanto per mezzo di altri conduttori non metalici; di un lampo ossia fulgore passaggiero negli occhi; di bruciore più o meno vivo e sostenuto nelle parti molto delicate, o spogliate degli integumenti, nelle piaghe, ec.: ma soprattutto l'aver dimostrato, che la condizione essenziale perchè vengano prodotte, e quelle convulsioni, e queste sensazioni, ella è, che nell' arco conduttore, con cui compiesi il circolo, trovinsi a contatto *conduttori di specie diversa*, singolarmente metallici, onde poi conchiuse fin dall' Autunno dell' istesso anno 1792., che tali effetti provenivano tutti, non già da un' *elettricità animale* nel vero senso, cioè propria e attiva degli organi, come opinato avea, e volle poi sostenere anche in seguito il sullodato Galvani con Aldini, ed altri suoi seguaci, e come egli stesso il Volta avea pur adottato in sulle prime sotto certe condizioni; ma sibbene da un' *elettricità artificiale*, ed estrinseca, mossa cioè dal mutuo contatto di essi conduttori diversi, singolarmente metallici. Dietro codesta nuova sentenza del Professore di Pavia, che mantenne poi sempre e difese contro ogni attacco, la causa degli indicati fenomeni parvegli, e fu trovato in allora conveniente, che si chiamasse piuttosto *Elettricità metallica*, che *Elettricità animale*.

§. 3. Dicesi *metallica*, non già che sia propria esclusivamente dei metalli; ma per l' eccellenza di questi, che Volta chiamò conduttori e motori di *prima classe* (aggiungendo a questa classe anche i Carboni) nel potere d'incitare, e movere il fluido elettrico pel semplice mutuo loro contatto; del quale potere non sono già privi affatto gli altri conduttori non metallici, i conduttori umidi, o di *seconda classe*, essendosi l' istesso Volta, il quale ne dubitò per qualche tempo, accertato alla fine, e mostrato aven-

doci con molte prove, che ne godono pur essi, ove vengano parimente a toccarsi due di specie diversa, sebbene in grado incomparabilmente più debole che i metalli; e generalizzato avendo così il principio della forza incitatrice e motrice del fluido elettrico propria de' conduttori. Di questa dunque godono in qualche grado anche i conduttori umidi, o di 2. classe, avvegnachè in generale molto meno de' metalli, come si è detto. Epperò non è meraviglia, se anche senza alcuno di questi si riesce talvolta ad eccitare delle convulsioni in una rana, che preparata di fresco alla nota maniera di Galvani, in guisa cioè che le gambe tengano alla spina dorsale per i soli nervi lombari, od ischiatici, trovisi in sommo grado eccitabile (*b*);

(*b*) Questa eccitabilità nelle rane così preparate di fresco, massime in alcune delle più vivaci, è tale, e tanta, che ha veramente del prodigio. Basta dire, che mostransi anche all' elettricità ordinaria delle Macchine, e delle boccie di Leyden *Elettroscopi* i più delicati, e di un' incomparabile sensibilità, venendo a convellersi più o men fortemente, come ha provato il Volta, fino per cariche di dette boccie, o meglio di una batteria, che non arrivano alla millesima parte di quella, che può dar segno al più squisito de' suoi elettrometri a paglie sottilissime.

Ma come potrà egli farsi, e come conoscersi, che una boccia di Leyden, od una batteria siano caricate giustamente ad $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{1000}$ ec. di grado, se l' Elettrometro non indica punto così picciole frazioni? Ecco una delle maniere, che adopera il nostro Volta per determinare tali cariche, se non esattamente, presso a poco, e che a noi pure sembra la migliore. Provisi con quante scintille d' un piccolo, e debole Elettroforo si carichi a dati gradi una boccetta di Leyden poco capace, come sarebbe di dieci pollici quadrati di armatura, e di vetro non sottilissimo; e trovato che vi vogliano per es. 10, 20, 30 di tali scintillette per caricarla ad 1, 2, 3. gradi dell' Elettrometro a pagliette, si passi (dopo aver distrutte tali cariche intieramente) a caricarla

non è maraviglia, se vi si riesca facendo arco conduttore un' altra volta con una sola scintilla: ben si vede, che la carica, o tensione elettrica non potrà giungere, che ad $\frac{1}{10}$ di grado circa. Lasciata ora tal boccetta, si prenda altra boccia, o giara grande, di una capacità supponiamo 4. 6. 8. 10. volte maggiore, quali sarebbero delle boccie, che avessero 40, 60, 80, 100. pollici quadrati di armatura, e il vetro della stessa spessezza: questa boccia grande si carichi essa pure con una sola scintilla dello stesso elettroforo; e la carica, ossia tensione si comprende, che non arriverà che ad $\frac{1}{40}$ ad $\frac{1}{60}$, ad $\frac{1}{80}$, ad $\frac{1}{100}$ di grado, secondo che l' armatura sarà di 40, 60, 80, 100. pollici quadrati. Calcolando per egual modo una batteria di molte boccie, che tutt' insieme facciano 1000 poll. quad. di armatura, cioè presso a 7. piedi quadrati, non si caricherà per una sola scintilla del solito elettroforo, che alla tensione di $\frac{1}{1000}$ di grado. Ecco dunque come facilmente si possono valutare con sufficiente giustezza le cariche debolissime delle boccie, e batterie, molto al dissotto cioè del più picciolo grado elettrometrico visibile.

Ora queste cariche deboli a cotal segno, portate da quella picciola quantità di fluido elettrico, che fornisce con una sola delle sue scintillette il meschino elettroforo a ciò impiegato, cariche di $\frac{1}{10}$, di $\frac{1}{40}$, di $\frac{1}{60}$, di $\frac{1}{80}$, di $\frac{1}{100}$, e finalmente di $\frac{1}{1000}$ di grado dell' elettrometro di Volta a pagliette sottili, corrispondentemente alle boccie di Leyden di 10, 40, 60, 80, 100, 1000, poll. quad. di armatura negli esempj recati, siffatte cariche, dico, aventi tensioni elettriche insensibili a questo, e a qualsiasi più delicato elettroscopio artificiale, qual è quello a listarelle di foglia d' oro di Bennet, riescono pure sensibilissime, come ha provato esso Volta a certi altri elettroscopi naturali, ossia animali, quali sono le rane preparate ec., su cui si scarichino convenientemente, eccitandovi le stesse forti convulsioni,

con diverse sostanze umide, ed anche senza altro estraneo conduttore, colle parti stesse dell'animale, ripiegando per esempio semplicemente una gamba di essa rana, e facendola toccare, segnatamente in una parte del ginocchio, o dell'articolazione del piede, ai muscoli snudati del dorso, o ai detti nervi ischiatici parimente nudi. In tutti questi casi è pur visibile il contatto di conduttori fra loro diversi, quali sono nell'ultimo addotto esempio essa parte del ginocchio, o dell'articolazione del piede, la quale mostrasi bianco-lucente, tendinosa e dura, e que' nervi, o que' muscoli assai più molli, e intrisi d'altro umore.

E che in fatti quelle convulsioni (altronde non molto forti in simili casi), quando pure accadono, siano dovute alla diversità delle parti, che vengono portate al mutuo contatto, si fa vieppiù evidente al Volta dall'aver egli osservato, che qualora non succedano, perchè, secondo lui, la picciola differenza superficiale tralla parte della rana, e il dorso, o i nervi, cui portasi quella a toccamento, non valga ad incitare sufficientemente il fluido elettrico per produrre in essa rana le convulsioni (le quali diffatto mancano sovente facendo così l'esperienza, e sempre, poi mancano, ove la rana non sia delle più vigorose, e preparata di fresco nella migliore maniera; laddove impiegando per arco conduttore, ossia ponendo

---

che vi si eccitano cogli artifizj galvanici, portanti essi pure cariche, e scariche elettriche debolissime, e affatto insensibili ai comuni elettrometri: insensibili, dico, quando a rilevarle non si metta in opera un buon Condensatore; giacchè con tal presidio possono rendersi marcabili ai più delicati di tali elettrometri almeno e queste, e quelle cariche: nel che per conseguenza van esse del pari; vanno sì del pari il galvanismo, e l'elettricità comune in ciò, siccome pure in tutto il resto, conforme vedrassi meglio nel seguito di questa Memoria.

nel circolo a mutuo contatto due metalli abbastanza diversi, come argento e stagno o meglio zinco, non mancano mai, e si ottengono anche senza quella preparazione cotanto vantaggiosa della rana, cioè anche in una rana intiera, e trucidata soltanto, o al più scorticata, che è 30 o 40. volte meno eccitabile di una compitamente preparata), ove, dissi, non succedano tali convulsioni, o malamente vi si riesca, e con difficoltà coll' addurre semplicemente questa o quella parte della gamba al contatto de' detti nervi, o muscoli; assai più facilmente ottengonsi, e più strepitose coll'interporvi un corpo intriso di qualche umore eterogeneo, o salino, o collo sporcare di tal umore l' una, o l'altra di codeste parti, che si adducono al combaciamento. La cosa riducesi dunque anche qui all' impulso dato al fluido elettrico da un *contatto eterogeneo* di conduttori; impulso tanto più efficace, quanto è maggiore tal eterogeneità, ossia la differenza tra i due corpi, o superficie, che applicansi a mutuo contatto.

§. 4. Ecco come spiegava il nostro Volta in alcune lettere al Professore Vassali (pubblicate nel già citato Giornale di Brugnatelli anno 1796.) quelle sperienze delle convulsioni eccitate, senza l' applicazione di alcun metallo, nelle rane squisitamente preparate, ed al sommo irritabili; sperienze, per cui credettero i *Galvanisti* di trionfare: ecco come riuscì a rendere vani questi ultimi loro sforzi per sostenere la pretesa *elettricità animale*. A tali spiegazioni, e dimostrazioni si arresero molti; ma altri vollero pur difendere la prima opinione di Galvani, e cercarono tutte le vie d' impugnare quella vittoriosa del Professore di Pavia (*c*).

(*c*) Il Professore Aldini nella Parte terza di un' operetta da lui pubblicata nel 1802. (*Saggio di Esperienze sul Galvanismo*), e di

§. 5. In mezzo a questi dispareri, e contrasti

nuovo nella sua Opera grandiosa intitolata *Essai théorique et expérimental sur le Galvanisme* 1804 torna in campo colle sue rane tagliate, le quali nelle più favorevoli circostanze di ottima compita preparazione, e di una eccitabilità in sommo grado (vedi nota *(b)*) convellonsi in guisa di vibrar fortemente e a slanci le gambe, qualunque volta venga stabilito un arco di comunicazione tra i muscoli di queste, e i nudi nervi lombari, formato tal arco di diversi conduttori umidi, senza alcun metallo, anzi pure di sole sostanze animali: torna ad obbjettare le antiche sperienze di Galvani e sue, nelle quali otteneansi le anzidette convulsioni, sia coll' inclinare detti nervi pendenti, e condurli pianpiano a baciare la viva carne della coscia; sia col ripiegare una gamba, e portare uno od altro de' suoi muscoli, segnatamente qualche parte tendinea di questi, a contatto de' nervi medesimi, o del pezzo di tronco, che trovisi ad essi unito; sia coll' interposizione a queste parti di altre muscolari, tendinee, ec. recise al medesimo, o ad altro animale, o di altre sostanze conduttrici, animali o non animali: sperienze che sono state fatte, e variate anche da altri, particolarmente dal Dott. Valli, e dal Volta medesimo: torna, dico, l' Aldini in campo con queste ben note sperienze, che esso Volta ha già spiegate compitamente nelle sopracitate lettere al Professore Vassalli, e in altre Memorie; e ne aggiunge delle nuove affatto analoghe, che ricevono per conseguenza la medesima spiegazione; come sono quelle per esempio di eccitare le solite convulsioni nelle rane preparate ancor qui di tutto punto, ed irritabilissime, sostenendole con una mano umida pe' piedi, ed adducendo i loro nervi ischiatici, o il pezzetto di spina, o tronco rimastovi attaccato, al contatto della lingua sporgente di un vitello, o di altro grosso animale trucidato di fresco, mentre un dito dell' altra mano bagnato di acqua salsa tiene turato l' orecchio dello stesso animale, o meglio sta inserito nella midolla spinale del teschio reciso: sperienze che non hanno altro d'importante, che l'apparato di un più gran macello; e che altronde si riducono anche più chiaramente delle altre fatte colla rana sola, al principio stabilito, e dimostrato dal Volta, che tutti cioè i conduttori diversi posti a mutuo con-

per ammettere piuttosto *l' Elettricità animale* di Galvani, propria cioè e attiva degli organi, ossia procedente, com' egli la voleva, da un principio, e funzione vitale, o l'*Elettricità metallica* nel senso qui sopra spiegato di Volta §. 3., mossa cioè dal semplice mutuo contatto di conduttori tra loro diversi, animali o non animali, ma singolarmente metallici; in mezzo a sì grande diversità di opinioni, abbenchè pochi ormai si attenessero a quella del Galvani, si adottò nullameno comunemente, e si ritenne il nome

---

tatto incitano e movono in virtù ed a norma di tale diversità, anche solo superficiale, il fluido elettrico; i metalli generalmente assai più, che i conduttori di 2. classe, ossia umidi, ma però anche questi, ove sieno molto diversi, abbastanza, cioè al segno di poter produrre le convulsioni in rane ottimamente preparate, che sono pur tanto eccitabili, come abbiam fatto osservare (§ 3. e nota (*b*)). Ora qual cosa più evidente del contatto di sostanze fra loro diverse in tutte queste sperienze?

Del resto può essere benissimo, e sembra anche molto probabile all' istesso Volta, che il maggior potere d' incitare il fluido elettrico, e spingerlo da uno in altro corpo, in virtù della specifica loro diversità, ritrovisi, dopo i metalli fralle sostanze animali; come un potere ben marcato trovasi fralle saline, i solfuri, ed altrettali materie si tra loro, che con dette sostanze animali, e più coi metalli; e che sia in oltre tanto maggiore tal potere e virtù, quanto sono desse sostanze animali più succose, fresche, e vive, e con ciò più sostanzialmente diverse, mantenendo ciascuna la propria distinta natura, e costituzione. Con tal supposizione può spiegarsi facilmente la grande attività, e gli effetti cotanto energici degli organi elettrici della Torpedine, ne' quali trovasi un grandissimo numero di pezzi combacianti e ordinati in molte serie, quante cioè sono le membranette o pellicole applicate l' una sopra l' altra, che riempiono i molti tubi, onde sono siffatti organi composti, i quali perciò rassomigliano pur bene al nuovo apparato di Volta ossia alla Pila, come vedremo.

di *Galvanismo*, ad onore dello scopritore de' primi fenomeni di questo genere; e si volle designare con tal nome tanto i fenomeni medesimi, quanto la loro causa, qualunque ella si fosse.

§. 6. La qual cosa però diede occasione ad equivoci, ed errori, conciosiachè deviando dal nome di elettricità, si cominciò da taluni a pensare che il Galvanismo fosse tutt' altra cosa; s' immaginò un nuovo agente, un fluido particolare, che chiamossi *fluido galvanico*; sì dissero poi, e sì pensarono di questo fluido supposto, e di nuova stampa cose portentose, che inutile sarebbe di qui riferire. In tal modo predicando, ed interpretando a loro talento il nome di *Galvanismo* si allontanarono que' Fisici assai più che il Volta dall' opinione di Galvani: giacchè il Professore di Pavia ritenea pure l' elettricità sostenuta da quello di Bologna, rigettando solamente il predicato di *animale*; laddove gli altri rinunciavano intieramente a qualsiasi elettricità, epperò al più sostanziale; o se alcuni non escludevano del tutto il fluido elettrico dai fenomeni in questione, ve lo facevano intervenire per poco, e solo accidentalmente.

§. 7. Tra quelli, che riconoscendo la troppo manifesta analogia del fluido elettrico col preteso galvanico nel modo di agire, ne' rispettivi conduttori, o coibenti, ne' principali effetti in somma, pur si avvisarono di negarne assolutamente l' *identità*, in vista di alcune apparenti differenze (le quali ha mostrato in seguito il Volta, che punto non sussistono), distinguesi Humboldt, celebre Naturalista Tedesco, e Fisiologo a viste ed ipotesi qualche volta troppo trascendenti, o troppo azzardate; il quale concedea in vece ai Galvanisti, che un cotal fluido, parente in certo qual modo dell' elettrico, ma però, come egli immaginava, specificamente diverso, avesse sede, ed origine negli organi animali, e da questi incitato e

mosso per virtù loro propria, ossia per un' azione del principio vitale producesse, non che i fenomeni, di cui si tratta, molti altri dell' economia animale (*d*).

(*d*) Veggasi la sua grande opera tedesca » *Versuche über die gereitzte Muskel, und Nervan-Faser*, ossia Sperienze sopra la fibra muscolare, e nervea irritata Vol. I.° e II.°, la qual opera fu alcuni anni sono tradotta in Francese. Dopo tal epoca però, al ritorno da' suoi celebri viaggi nell' America meridionale tanto proficui ad ogni ramo delle Scienze naturali, lo stesso Humboldt amico già prima del nostro Volta, cui era stato a visitare espressamente a Como dieci anni sono, innanzi cioè di intraprendere tali viaggi, in alcune conferenze ch' ebbe col medesimo nell' anno 1805. a Milano ed a Como, mostrossi rinvenuto dall' antica sua opinione, convenendo ormai intieramente nella teorica, e spiegazioni di esso Volta; come appare da alcune delle molte opere, frutto de' scientifici suoi viaggi, le quali, in questi ultimi tempi comparirono alla pubblica luce.

Un altro eccellente Fisico Italiano bensì, ma che dimorò molti anni a Londra, ove ha pubblicato molte opere stimabilissime tutte in Inglese, il Sig. Tiberio Cavallo, amico pur esso, e corrispondente del nostro Volta, essendosi finalmente accertato anche colle proprie sperienze, che qualche elettricità, pur eccitavasi pel contatto mutuo di alcuni metalli, conforme questi avea dimostrato in varie, e più belle maniere (di che parleremo tantosto), fu nondimeno d' avviso, che sì debole elettricità, qual appariva, indicata cioè appena dai più sensibili elettrometri coll' ajuto del condensatore, non potesse essere da tanto di produrre le forti convulsioni, che si ottengono col Galvanismo; le quali perciò pretese doversi attribuire ad un altro agente chiamato acconciamente *galvanico*, per distinguerlo dall' elettrico. È credibile però, che siasi egli pure arreso infine alle risposte date da esso Volta a siffatte obbiezioni, e alle prove dal medesimo addotte, come vedremo, onde dimostrare, che tale debolissima elettricità, essendo *continua* ed *indeficiente*, è più che bastevole a produrre quelli, ed altri insigni effetti, coll' esempio singolarmente di grandi boccie di Leyden, o meglio di capacissime batterie, le quali caricate similmente a debolissimi gradi, sia con

§. 8. Intanto il Volta continuando a non vedere ne' fe-

---

pochi giri delle ordinarie macchine elettriche, sia con alcune scintille di un eletroforo, sia finalmente con un breve contatto di una buona *pila* (di che parleremo ampiamente a suo luogo), caricate, dissi, debolissimamente, per es. ad un solo grado, ed anche meno dello stesso elettrometro sensibilissimo di Cavallo, o del più squisito di Bennet, (vedi nota (*b*)), pur colle loro scariche, le quali in grazia dell' amplissima capacità di esse boccie si fanno in più istanti successivi, ossia durano un certo tempo come spiegherassi a suo luogo, producono scosse sensibili non che nelle rane preparate o non preparate, nelle mani e braccia d' uno, o più Uomini, ec.

Simile obbjezione tolta dall' insensibile, o quasi insensibile elettricità, che nasce dal contatto mutuo de' metalli anche più differenti tra loro, e quindi più attivi, ed anche da molte coppie di questi ben assortite, e interpolate da strati umidi, onde vengono composte le così dette *pile galvaniche* (invenzione la più luminosa del nostro Volta, a cui presto vedremo, com' egli è stato dalle sue precedenti scoperte condotto), simile obbiezione si è promossa nuovamente dall'illustre Ab. Vassalli Professore a Torino, e più volte riprodotta da lui, cioè in un *Saggio sopra il fluvido galvanico* pubblicato negli Atti della *Società Italiana* delle Scienze, poi in due Memorie fra quelle dell' Accademia Imperiale delle Scienze ec. di Torino per gl' Anni X. e XI. XII. e XIII. Ecco come si esprime nell' ultima dopo aver riportata l' esperienza del niuno, o quasi niun segno, che dà il suo delicato elettrometro (alla foggia di quello di Bennet) al contatto di una buona *pila* » Il n' ya donc point de doute que le fluide » de la pile, qui secoue si fortement, n' est pas de la nature » du fluide électrique de la bouteille; car s' il en étoit il produi- » roit une divergence plus de mille fois plus grande, au lieu » qu' il n' en produit aucune » (Memoires de l' Academie Imperiale des Sciences, Litterature, et Beaux Arts de Turin, pour les Années XII. et XIII. 1805.) Il lodato Fisico sembra pertanto non aver fatto caso delle qui sopra indicate risposte, e spiegazioni già date dal Volta in varie delle sue Memorie; come non aveva mostrato già prima di arrendersi a ciò che questi era

nomeni galvanici altro che l' azione, e gli effetti del vero.

venuto deducendo in varie lettere a lui medesimo dirette, e pubblicate, a confutazione dell' elettricità animale, che ancor volea sostenersi da' Galvaniani, e in riprova di quella eccitata dal semplice combaciamento di conduttori diversi. Ora crederem noi che sia per decampare il Vassalli dal suo fluido galvanico distinto, ed adottare l' identità di esso coll' elettrico, ch' ei si converta alfine per tutto quello dippiù, che a piena confutazione delle sue, ed altrui obbjezioni addurremo nel presente scritto? Giova sperarlo; o che rimarrà omai solo in quella sua opinione abbandonata oggidì da tutti, o quasi tutti i Fisici.

Dico *quasi tutti*, giacchè degl' Inglesi, e dei molti Tedeschi, che al Galvanismo fin dalla sua prima comparsa si applicarono con fervore, pochi anche dapprincipio dubitarono dell' identità dell' agente galvanico ed elettrico, e pochissimi la negarono apertamente, e appena v' è in oggi chi più la ponga in questione; e degli stessi Francesi, che più decisamente, e in maggior numero eransi dichiarati per un supposto fluido galvanico diverso dall' elettrico, sappiamo che, dopo la comparsa, che fece a Parigi il nostro Volta l'autunno del 1801. l'esposizione delle sue sperienze, e la lettura di alcune sue memorie a quell' Istituto, che furono seguite dal rapporto cotanto favorevole de' Commissarj; dopo altre Memorie su tal soggetto del Sig. Biot, si fece una compita rivoluzione d' idee, e trionfò la teorica di esso Volta, cosicchè non v' è più colà a nostra cognizione chi apertamente la contrasti, almeno sul punto della già questionata, ed ora decisa identità del galvanico coll' elettrico.

Ecco come si esprimevano i prefati Commissarj, nel loro Rapporto verso il fine del medesimo » Tel est à peu prés le precis » de la theorie du Cit. Volta sur l'electricité, que l'on a nommè » galvanique: il en a reduit tous les phénomenes à un seul, » dont l' existence est maintenant bien constatée: c' est le deve- » loppement de l' electricité metallique par le simple contact. » Il paroit prouvé par ces expériences, que le fluide particulier, » auquel on attribua pendant quelque tems les contractions mu- » sculaires, et les phoénomenes de la pile, n' est autre chose » que le fluide electrique ordinaire mis en mouvement par une

semplice, e genuino fluido elettrico, e sostenendo ognora

» cause, dont nous ignorons la nature, mais dont nous voyons » les effets ».

A questo luogo non vogliamo tralasciare di dir qualche cosa del celebrissimo Fisico Ginevrino De Luc, Lettore della Regina d'Inghilterra. Questi dunque in una sua opera intitolata *Traité elémentaire sur le fluvide Electrico-Galvanique par I. A De Luc.* Paris 1804. ritiene ed ha per dimostrato, che il fluido galvanico sia in origine, e sostanzialmente lo stesso che l'elettrico; ma presume, che acquisti qualche nuova modificazione per entro al congegno medesimo della pila, od apparato *elettromotore*: diverso in ciò da altri Fisici (fra i quali deesi il primo luogo allo stesso Galvani), i quali immaginano che il fluido elettrico venga anzi in alcuna guisa, e più o meno modificato dagli organi animali, da' quali, secondo alcuni, move egli, e pe' quali, secondo tutti, trascorre. Vane ed inutili supposizioni e queste e quelle! come vedremo. Intanto però nè gli uni nè gli altri, nè De Luc, pretendono, che cessi d'essere vero fluido elettrico, che venga cioè soltanto costituito un fluido di specie diversa, allorchè esso fa le funzioni, e prende il nome di galvanico.

Saranvi dunque solo tra gli Italiani de' Fisici, che cercano ancora in oggi di sostenere, o ristabilire l'opinione di una vera sostanziale differenza tra l'Elettricità, ed il Galvanismo? Saravvi chi pretende aver dimostrato essere quella e questo effetti di due fluidi tutt'al più congeneri, e aventi qualche analogia; ma distinti tra loro, e specificamente diversi? Così è: sono Italiani di nazione e il Prof. Vassalli, che, come abbiam veduto, si è fatto anche ultimamente propugnatore di tal sentenza abbandonata ormai da tutti gli oltramontani, ed il Prof. Aldini, che si dichiara per la medesima, avvegnachè meno apertamente, e, come pare, con qualche riserva. È cosa ben singolare, che dopo aver egli mostrato per più anni tanto impegno a sostenere l'opinione del suo Zio Galvani, cioè la pretesa *elettricità animale*, vi rinunzj da ultimo quasi apertamente nella parte più sostanziale, non parlando più nelle opere citate nella nota precedente (*c*), per tutto ciò che riguarda la causa dei così detti fenomeni galvanici, di fluido elettrico, e di elettricità, ed attenendosi stret-

ch' esso fluido veniva incitato e mosso dal solo mutuo

---

tamente ai nomi di *agente galvanico*, *fluido galvanico*; e facendo anche con altri indizj intendere, che per lo meno dubita egli molto dell' identità di questo fluido galvanico coll' elettrico; massime laddove instituisce una specie di confronto, e marcati alcuni punti di analogia, ne indica altri, in cui sembrano differire (nell' articolo della sua grande opera = *Analogie, et anomalie, qui passent entre l' Electricité, et le Galvanisme* = le quali differenze od anomalie sono poi quelle stesse già da altri obbjettate, e già ribattute da Volta, il quale ha dimostrato, e noi pure lo faremo vedere in questa Memoria, che in tutto, e per tutto conviene il Galvanismo coll' Elettricità, e che non v' è neppur ombra di anomalia. Sappiamo anche, che in alcune conferenze con altri Fisici Italiani, ed esteri si è avanzato Aldini a negare assolutamente, che possa chiamarsi *elettrico* l' agente *galvanico*. Un sì solenne cambiamento in lui, seguace per tanto tempo di Galvani, e così addetto alle opinioni dello Zio, è, torniamolo a dire, ben singolare. Ma più singolare è ancora, che pretenda con ciò di sostenere l' onore di esso Galvani, e della sua teorica. Ma infine cosa guadagna egli abbandonando una parte cotanto essenziale della medesima? Niente per ciò che riguarda la spiegazione de' fenomeni, la quale con questo *fluido galvanico* di nuova stampa, e che non si sa cosa sia, diventa anzi vaga, oscura, incerta. Altronde vien egli così l' Aldini ad abbracciare ambedue gli errori, aggiungendo a quell' antico di Galvani, e suo, consistente in far procedere dall' interno degli organi animali, e da funzione propria di loro, anzichè da' conduttori applicati convenientemente all' esterno, e dal mutuo combaciamento di questi, che siano fra loro diversi, l' azione producente le scosse, ec., in una parola nel supporre tali organi *attivi* quando sono meramente *passivi*, aggiugnendo, dico, ad un tale primo errore l'altro de' novatori antielettricisti, che è di negare, che il fluido messo in azione sia il vero e genuino fluido elettrico: errore quest'ultimo tanto meno perdonabile in oggi, quanto che dalle successive sperienze di Volta, e dai nuovi suoi apparati sono state moltiplicate le prove, e prove irrefragabili e dirette, come andiamo a vedere, di cotal elettricità mossa dal semplice mutuo

contatto di conduttori diversi tra loro, animali, o non animali, solidi, o liquidi, ma singolarmente dai metallici, aggiunto avea sempre nuovi argomenti, e prove di tali suoi principj colle Memorie successivamente pubblicate nei sopracitati *Annali di Chimica*, finchè giunse a dimostrare con esperienze dirette cotesta elettricità propria de' metalli, e in generale di tutti i conduttori, che era sembrata dapprima un paradosso, e contro di cui si erano elevati fortemente Galvani, e i suoi seguaci: sperien-

---

contatto di conduttori diversi, massime metallici; ed è stato dimostrato ad evidenza bastare codesta elettricità da sè sola alla produzione di tutti i fenomeni, che si osservano nel così detto Galvanismo, come pure si farà manifesto.

Termineremo questa lunga nota col far osservare, che fu proposta, e adottata da alcuni Fisici, quasi per mezzo termine, ossia modo di conciliazione, l'espressione di *Elettricità galvanica*, la quale può correre benissimo qualora le si attacchi semplicemente il senso di elettricità eccitata, e mossa con mezzi ed artifizj analoghi a quelli, che primo di tutti adoperò nelle sue originali sperienze Galvani, col semplice combaciamento cioè di due, o più corpi scelti dalla classe de' conduttori, massime metallici; e si ritenga essere pura e semplice elettricità, in nulla diversa da quella, che si eccita cogli altri mezzi già da gran tempo conosciuti, colle ordinarie macchine, ec. Ma se intendasi, che il fluido elettrico venga in tali sperienze galvaniane modificato diversamente, animalizzato, come alcuni han supposto con Galvani medesimo, chiamandolo fluido *elettrico animale*, ovvero composto, decomposto, od alterato comechesia, o che vi si associi altro agente, egli è un deviare dalla semplicità insieme, e dalla verità. Epperò neppur questa espressione di *Elettricità galvanica*, che può dar luogo a simili idee, ed equivoci, vuolsi da noi ammettere; e piuttosto la diremmo con altri Fisici *Elettricità Voltiana*, avendo il Volta mostrato d'onde procede, ed inventato quegli apparati, che tanto l'ingrandiscono, le sue pile cioè od elettro-motori composti, di cui tratteremo di proposito nell'articolo seguente.

ze, le quali comunicò esso Volta fin dal 1796. al Professore Gren di Halla in due lettere, che furono inserite nel di lui Giornale tedesco molto accreditato (*Neues Iournal der Physik* Band IV.), e poscia negli *Annali* suddetti con più ampia descrizione, e che pubblicò di nuovo con ulteriori aggiunte in due altre lettere anonime ad Aldini del 1798. stampate parimente negli *Annali di Chimica* di Brugnatelli: giunse, dico, il Volta a far conoscere una tal vera, e propria elettricità de' conduttori diversi, eccitata dal solo mutuo contatto, a dimostrarla, e metterla sott' occhio con esperienze dirette, semplici, e chiare: a rendere cioè sensibile all' elettrometro coll' ajuto del *Condensatore* (stromento pur esso di sua invenzione, e veramente prezioso) l' elettricità, che si eccita 1.° col semplice mutuo contatto di due metalli diversi, o di un metallo col carbone: 2.° pel contatto di un metallo, carbone, piombaggine, ec.; conduttori, com' egli li chiama, di prima classe, con un conduttore umido, o di seconda classe: 3.° pel contatto di due di quest' ultima classe, pur diversi tra loro: giunse ad averne segni decisi all' elettrometro, e abbastanza marcati, per poter determinare ancora di tali elettricità la specie in ciascuna prova, e il grado; cioè in quale de' corpi così combaciati risulti *positiva*, vale a dire *per eccesso*, in quale *negativa*, ossia *per difetto*, e presso a poco di qual forza, almeno comparativamente, essendo che in tutti è ben picciola tale forza, o *tensione elettrica*, come da lui si chiama, e picciolissima soprattutto nel combaciamento de' soli conduttori umidi tra loro (*e*).

(*e*) Però è, che con questi soli, senza l' intervento cioè di alcun metallo, o conduttore di 1. classe, non si riesce a produr-

§. 9. Ella è così picciola anche fra metalli, anche fra i motori più attivi di questa classe, fra quelli, cioè che affrontati agiscono dippiù, come argento e zinco, che per una sola coppia di questi non può in alcun modo rendersi sensibile direttamente al più delicato elettrometro.

Ed ecco, per dirlo qui di passaggio, perchè non fu scoperta prima siffatta elettricità originaria ossia propria de' metalli, e degli altri conduttori anche umidi e si chiamarono quindi *anelettrici*, ossia non elettrici, quando pur sono veri *idioelettrici*, elettrici per sè, non così eminentemente come il vetro, il solfo, le resine, ec. riguardo al grado o intensità di forza, a cui vengono portati questi mercè di un congruo strofinamento; ma a migliore diritto di questi, riguardo a che per ispiegare la loro virtù elettrica, qual ella sia, non han quelli (i metalli) punto bisogno nè di strofinamento, nè di percossa, o pressione, bastando un semplice contatto di due tra loro dissimili, e continuando poi incessantemente tale loro azione per tutto il tempo che mantiensi esso contatto. Chiaminsi pur dunque anche i metalli elettrici per sè; o per distinguerli dagli altri, che sono da lungo tempo in possesso di questa denominazione, ed esprimere meglio la virtù che li distingue, si dinotino col nome che loro dà il nostro Volta di *incitatori*, o *motori* di elettricità.

§. 10. Quanto al grado di forza, con cui agiscono,

---

re le convulsioni in qualsivoglia membro o muscolo di animale, se non sia al sommo eccitabile, in un grado cioè veramente prodigioso, come abbiam già fatto osservare (§. 3., e nota (*b*)) che sono le rane preparate di tutto punto alla maniera di Galvani, e vivacissime Per poco che siano queste men vivaci, o non compitamente preparate nell' indicata maniera, mancano anche in esse le convulsioni, e solo possono ottenersi mercè il contatto di metalli, o di carboni e metalli.

ossia all' intensità di cotal elettricità mossa così dal semplice mutuo contatto di questi corpi, anche i più diversi tra loro, anche dell' argento e zinco, che pur eccellono, ella è, torniamo a dirlo, così piccola, che vi abbisogna dell' ajuto di un ottimo *Condensatore*, per far movere di alcun grado l' elettrometro a paglie lunghe e sottili del Volta, per far divergere le punte di tali pagliette di 1. linea (ossia 2. de' suoi gradi), o poco più: cosicchè calcola il lodato autore, che la *tensione* di elettricità positiva indotta nello zinco, e della negativa nell' argento in virtù del mutuo loro contatto arrivi appena ad $\frac{1}{60}$ di grado di tal suo Elettrometro, che è pure de' più sensibili, e cede poco a quello di Bennet a listarelle di foglia d' oro. Per altri metalli meno diversi sotto tale rapporto, ossia meno attivi nel mutuo contatto, come argento e rame, rame e ferro, piombo e stagno, l' elettricità che nasce dal loro combacciamento è 10. o 12. volte minore, cioè giunge al più ad $\frac{1}{600}$ di grado; e minore ancora, tantochè non arriva per avventura ad $\frac{1}{1000}$ di grado, la eccitata dall' accoppiamento di qualsiasi metallo con conduttori di 2. classe, ossia corpi intrisi di umori poco diversi dall' acqua, o peggio dal contatto di soli conduttori di questa 2. classe fra loro. Le quali minime elettricità ha potuto pure col presidio di ottimi Condensatori renderle sensibili e manifeste il nostro Volta (veggansi le citate sue Memorie). Invero non vi voleva che lui, ed il corredo, ed uso ingegnoso de' suoi stromenti, per iscoprire elettricità cotanto deboli, che, come in addietro, così per lungo tempo in avvenire, e forse per sempre, sarebbero sfuggite ad ogni altro più attento osservatore.

ARTICOLO II.

Del Galvanismo composto o a meglio dire Voltaismo, cioè degli apparati formati da una serie ordinata di Elettromotori semplici.

§. 11. Abbenchè queste sperienze fossero nel loro picciolo abbastanza decisive, e sufficienti a dimostrare il gran principio scoperto, e stabilito dal Volta, dell' elettricità cioè mossa dal semplice mutuo contatto de' conduttori diversi, massime metallici; era però naturale ch' egli cercasse di rendere questi effetti elettrometrici (che fino allora non avea portati, che a 2. o 3. gradi al più del suo Elettrometro sensibilissimo) più cospicui, onde colpissero davantaggio: per il che riuscì ben presto ad ottenere cioè 10. 20. 30. gradi, coll' impiegare due Condensatori in vece di un solo, nel modo che viene da lui descritto nelle citate Memorie, e che sarebbe troppo lungo di qui spiegare. Conviene anche dire, ch' egli è unicamente coll' ajuto di Condensatori doppj, che ha potuto fin qui avere de' segni elettrici dal contatto mutuo di soli conduttori umidi, l' azione de' quali, per quanto sieno diversi, è affatto minima, come si è detto già più d' una volta; per quelli almeno che ha sottoposti alle prove, e che non son molti. Crede egli però, che ve ne possano essere di più attivi; e questi presume che trovinsi fralle sostanze animali e viventi, de' quali la natura abbia potuto servirsi per la costruzione de' mirabili organi elettrici della Torpedine, ec. (*f*).

(*f*) V. la nota (*c*) sul fine.

§. 12. Ma non contento ancora, pensò ai mezzi di accrescere realmente la forza od intensità della sua *elettricità metallica* (già più percettibile di quella degli altri conduttori) in guisa di poter far dare all' elettrometro de' segni ben marcati a dirittura, senza punto aver bisogno di *Condensatore* nè doppio, nè semplice; e se fosse possibile, di ottenere anche la scintilla, delle commozioni nella braccia, ec.; e rinvenne alfine sul cadere dell' anno 1799. quell' artifizio, il quale non che appagare, superò di molto la sua aspettazione. Ognuno già comprende essere questo il nuovo suo apparato Galvanico, o a dir più giusto, elettrico, che ha fatto tanto rumore in tutta l'Europa ed occupa anche in oggi un gran numero di Fisici di Chimici, e di Medici. Ecco come vi fu condotto.

§. 13. Avea digià trovato, che ove in una catena di conduttori in circolo, parte di 1., e parte di 2. classe, trovinsi più coppie metalliche attive, ossia eterogenee, ciascuna di queste impelle, e move il fluido elettrico nella direzione, e colla forza, che a lei compete; onde si elidono quelle di tali forze, che siano dirette in senso opposto l' una all' altra, e si rinvigoriscono vicendevolmente quelle che cospirano, ossia tendono nella medesima direzione; cosicchè le convulsioni, che si eccitano per esempio nella rana collocata nel circolo, (il quale può essere formato da una catena di persone) qualor entri nel medesimo una coppia metallica sola di argento e stagno, non si eccitano più nel caso che ne intervengano due di tali coppie, e queste rivolte in senso contrario: che se rivolgansi in cambio nel medesimo senso, e in tal modo cospirino le loro forze, compajono allora le convulsioni più facilmente, o assai più forti, che con una coppia sola, ec. Un gran numero di siffatte sperienze variate in molte guise avea il Volta descritte ampiamente, aggiungendovi varj schemi, ossia tipi rappresentanti le diverse combinazioni di metalli e conduttori umidi in quelle sue lettere

a Gren inserite, come si è detto, nel Giornale Tedesco di questo autore, e negli *Annali di Chimica* di Brugnatelli al principio del 1797. Presentava egli con tali figure o tipi da 20. combinazioni diverse, e determinava con sicurezza pei quali di esse doveano convellersi le rane, per quali nò, ec. Riandando dunque i risultati di codeste sue sperienze, e ruminandovi sopra, concepì la fondata speranza di poter accrescere, e portare ad un alto segno la *tensione*, o carica elettrica, mercè il moltiplicare ancor più le coppie metalliche, e unirle in un acconcio apparato.

§. 14. Era evidente, che nulla avrebbe potuto ottenere costruendo tal apparato di soli metalli, soprapponendo es. gr. ad una lamina d'argento una di zinco, a questa una seconda di argento poi una seconda di zinco, e così di seguito; attesochè le forze, con cui l'argento spinge il fluido elettrico nello zinco, si controbilancierebbero, l'argento inferiore spingendolo di giù in su verso lo zinco, ed il superiore di su in giù verso il medesimo, ed egualmente.

§. 15. Neppure potea promettersi alcuna cosa dall'intreccio di tre, o più metalli diversi, avendo l'istesso Volta scoperta una cotal legge nell'azione de' conduttori e motori di *prima classe* eterogenei, per la quale posto v. gr. che l'argento spinga il fluido elettrico nello stagno quando lo combacia con una forza = 5., e questo lo spinga nello zinco con una = 4, l'argento lo spingerà nello zinco, cui facciasi toccare immediatamente, con una forza 5 + 4. = 9. E così formando una tabella, o scala, che discenda, secondochè uno spinge il fluido elettrico in un altro (nella quale scala i principali si succedono come segue: ossido di manganese nero: piombaggine: carbone: oro: argento: mercurio puro: rame: ferro: stagno: piombo: zinco) sempre il superiore in detta tabella, il quale

tocchi immediatamente un inferiore di quanti gradi si voglia, vi spingerà il fluido elettrico con una forza eguale alla somma delle forze dei gradi intermedj. Dalla qual legge infine risulta, che in ogni combinazione, ossia serie di metalli eterogenei la *tensione elettrica* ai due estremi è quella stessa, nè più nè meno, che si avrebbe dal contatto immediato del primo coll'ultimo. Inutili dunque, quanto allo scopo proposto di accrescere cotale tensione, sono i metalli intermedj in qualsivoglia modo intrecciati e disposti, e a nulla vale il moltiplicarli. Così deduceva il Volta da quella legge da lui scoperta, e verificata con ogni sorta di prove, da quel rapporto cioè e corrispondenza ne' gradi di azione di diversi metalli, o motori di *prima classe* tra loro; e così trovò col fatto, costruendo diversi apparati di soli metalli moltiplicati, e variati in tutte le guise.

§. 16. Era pertanto la cosa in certo modo disperata, e passò qualche anno prima ch'ei trovasse alcuno spediente. Quando alla fine gli suggerì quello, che è forse l'unico, d'interpolare cioè le coppie di metalli ben assortiti, e farle comunicare l'una all'altra, per mezzo di uno strato umido, ossia conduttore di *seconda classe* (come appunto avea fatto nelle sperienze sopraindicate (§. 13.) della catena di conduttori di *prima* e di *seconda classe* intrecciati), ponendo v. gr. argento, zinco, e strato umido; poi di nuovo argento, zinco, e strato umido; e così di seguito per quella serie che piacesse; a ciò lo determinò il riflettere, che l'azione de' conduttori umidi coi metalli, che combaciano, essendo comunemente piccolissima, come avea trovato (§. 8. e 10.), sarebbe stata ben lungi dal poter controbilanciare quella de' detti metalli tra loro; e poco o nulla l'avrebbe alterata, sia rinforzandola, sia indebolendola. Avendo dunque costrutto un tale apparecchio colla disposizione alternativa de' tre corpi indicati,

argento, zinco, e strato umido, ripetuta più volte, trovò il nostro Volta quello che cercava, e che premeva dover riuscire, cioè che la forza, ossia *tensione elettrica* cresceva esattamente come il numero delle coppie metalliche componenti la serie (ben inteso, che si rivolgessero tutte nel medesimo senso, giacchè se ve ne avessero di opposte, sarebbe tanto da detrarre); cosicchè ove una sola coppia gli dava $\frac{1}{60}$ di grado, che coll'ajuto del suo Condensatore saliva a 2. gradi circa (§. 10.), due, tre, quattro coppie cospiranti gli davano $\frac{2}{60}$, $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$, per cui col Condensatore ottene poi 4., 6., 8., gradi ben chiari e distinti. Si avanzò allora a far prove con 20. 40. 60. 100, e più coppie, e ne ottenne ancora i segni proporzionali al numero di esse coppie, tantochè con 60. di di queste facea movere a drittura il suo Elettrometro a pagliette di 1. grado, cioè gli facea marcare $\frac{1}{2}$ linea di divergenza, senza ajuto di Condensatore; con 100. coppie lo innalzava a quasi 2. gradi; con 150. a gr. 2. $\frac{1}{2}$, e compariva poi anche, esplorandolo a dovere, una scintilletta.

§. 17 Fu varia la forma, (ritenuta la condizione di far succedere a due metalli diversi posti ad immediato contatto uno strato umido, poi di nuovo i due metalli nello stesso ordine, seguiti parimente da altro strato umido, e così proseguendo), fu varia, dico, la forma, che diede il Volta a questi suoi apparati, che chiama semplicemente *Elettro-motori*, ed ai quali per certa somiglianza nel fondo, ossia sostanza della cosa, e fino nella forma cogli organi elettrici della Torpedine (*g*), come

(*g*) Giova qui richiamare ciò che si è già accennato nelle

egli spiega in alcune sue Memorie, gli sarebbe piaciuto di dar il nome di *Organo elettrico artificiale*. La prima forma, che è ancora la più usitata, si è quella di tante monete, o piastrette simili a monete, di argento, o di rame, ed altrettante di zinco, sovrapposte alternativamente le une alle altre, coll' interposizione a ciascuna coppia di un bullettino o strato di cartone, di panno, o di altra sostanza spugnosa, ben inzuppato d'acqua, o meglio di una soluzione salina, formanti tutti insieme tali piastre e bullettini una specie di colonna, o più colonne colle opportune comunicazioni fra loro. Quest'è, come lo chiama il suo autore, *l' apparato a colonna*, detto da' Francesi la *Pile galvanique*, o *Galvano-électrique*, da altri più giustamente la *Pile Voltaique*, e in generale la *Pile*, senza altra aggiunta. Noi adottando per comodo questo semplice nome di *Pila* non lasceremo di chiamarlo ancora qualche volta *Apparato a colonna*, lasciando per lo più di aggiungervi il nome dell' autore troppo conosciuto.

Faremo qui osservare, che riesce comodo e vantaggioso a più d'un riguardo, come suggerisce l'istesso Volta, che ogni coppia di zinco ed argento, o zinco e rame,

---

ultime righe della nota (*c*), cioè che gli organi elettrici della Torpedine consistono in un aggregato di molti prismetti, o canali membranosi, in ciascuno de' quali trovasi una serie numerosa di piccoli diaframmi, o pellicole applicate, e sovrapposte le une alle altre; come appunto le laminette, o dischi metallici negli apparati a colonna del nostro Volta. La differenza è in ciò solo che quelle laminette non sono metalliche come queste. Ma se anche i conduttori umidi, o di 2. classe, sono *motori* di elettricità, come esso Volta ha provato, sebben debolissimi in generale; e se poi fralle sostanze animali ve ne possono essere di abbastanza attivi, come egli presume, una tal differenza non distruggerà il paralello.

formi una sol piastra coll' essere saldato l'un metallo coll' altro da saldatura metallica qualunque. Di tali piastre doppie si servono ora comunemente i Fisici, che si occupano di tali sperienze.

§. 18. Un' altra costruzione ancor comoda, e più adatta a certe sperienze, e quindi molto pure in uso, è quella *a corona di tazze*, così chiamata dal Volta, consistente cioè in una serie di bicchieri, o piccole coppe contenenti acqua, o meglio un qualche liquor salino, disposte in forma semicircolare, od altra che più piaccia, e concatenate per mezzo di archi metallici terminati ad un capo in una lastra di zinco, ed all'altro capo in una d'argento, o di rame, che pescano, quella in un bicchiero, e questa nell' altro seguente ec.

Alcuni Inglesi invece dell' apparato a corona di tazze ne usano un altro non molto diverso, che chiamano *Trog-Apparat*, e che consiste in una vaschetta quadrilunga di legno intonicato di mastice divisa in una serie di celle da lamine metalliche doppie, aventi cioè l'una faccia d'argento, o rame, l' altra di zinco, riempiendo poi tali celle d' acqua salata, ec. Questa costruzione imita anch' essa assai bene gli organi elettrici della Torpedine, se, come possiamo credere, la serie numerosa di pellicole tenute in que' canaletti membranosi, che compongono tali organi (v. note *c.* e *g.*), non si toccano fra loro, ma lasciando qualche interstizio fra l' una e l' altra formano altrettante cellette ripiene all' uopo di umore qualsiasi.

§. 19. Da tutte queste forme di apparati, e d' altri ancora di diversa costruzione, che tutti convengono, come facilmente si rileva, nella condizione essenziale, di due metalli cioè di diversa specie formanti ciascuna coppia, ed uno strato umido, per cui comunicano una all' altra tali coppie metalliche, rivolte tutte nel medesimo senso; da queste diverse forme di *apparati* Elettro-motori (il qual no-

me, esprimente meglio di qualunque altro la cosa, conviene ad ogni costruzione) ottenne il nostro Volta i sopra indicati effetti elettrometrici (§. 16.), de' quali fu in vero molto soddisfatto, ma non sorpreso, giacchè tali se li prometteva. Ciò che lo sorprese a prima giunta si fu la *commozione*, che gli avvenne di sentire nelle mani e braccia, facendo con esse arco conduttore da un' estremità all' altra di tali apparati, che ancor mostravano sì debole *tensione elettrica*. Questa commozione, sensibile già ad un dito tuffato in acqua communicante per mezzo di lastra metallica ad un capo dell' apparato, mentre venivasi a toccare l' altro capo con un' altra lastra impugnata dall' altra mano ben umettata, questa commozione, dico, sensibile in tali favorevoli circostanze a tutto il dito, o a parte almeno del medesimo, quand' anche l' apparato non fosse composto che di sole 5., o 6. coppie, e quindi per un'elettricità, che arrivava appena ad $\frac{1}{10}$ di grado dell' elettrometro a paglie sottilissime (§. 16.); più sensibile a proporzione, ed estendentesi fin oltre il carpo con un apparato di 10. 12. 15. coppie, si propagava fino ai gomiti, e alle spalle con uno di 20. 30. 40. ec. la cui *tensione* non arrivava ancora ad 1. grado intiero; ed era perfettamente simile alla commozione che si prova da una grande boccia di Leyden, o meglio da una batteria elettrica, cariche debolissimamente.

§ 20. Paragona infatti il Professore Volta all' estremamente debole scarica di una grandissima batteria elettrica, alla corrente di fluido, che ne viene, scarica, e corrente, che attesa l' amplissima *capacità* di essa batteria dee durare un certo tempo (sicuramente più che la scarica di una semplice boccia) quella del suo apparato, la quale dura dippiù ancora, essendo in questo la corrente elettrica continuata ed incessante; e da questa durata ripete

egli la commozione cotanto sensibile prodotta da una sì debole *tensione elettrica*, quale l'elettrometro ce l'addita nell'apparato di cui si tratta; giacchè anche una capacissima batteria con una egualmente debole *tensione*, che non arrivi cioè ad 1. grado dell'istesso elettrometro a pagliette produce una scossa sensibile, e tutt'affatto simile a quell'altra; come ha verificato con molte prove, ed ha spiegato ampiamente nelle ultime sue Memorie, lette da lui all'Instituto Nazionale in Parigi in Novembre dell'1801.

ARTICOLO III.

Del potere, che hanno gli Elettromotori di caricare nel più breve tempo, e ad una tensione *eguale alla loro propria, qualunque boccia di Leyden, o batteria; e di far quindi che queste diano scosse proporzionali a tali cariche, ed alle rispettive capacità.*

§. 21. Nelle ora ricordate Memorie molto estese (una parte delle quali solamente venne pubblicata negli *Annali di Chimica Francesi* del 1802., e tutta poi intiera in quegli Italiani di Brugnatelli), e in un'altra più ristretta, ma succosa, inserita nel *Journal de Phisique* di Lametherie per il mese di Ottobre dell'Anno 1801. accenna il tante volte lodato mio Maestro Volta, come gl'Elettromotori nelle circostanze che loro il permettono (ove cioè si dia lor campo di versare l'elettrico da uno de'capi od estremità e di attrarlo continuamente nell'altro capo; il quale perciò non dee già essere isolato, ma anzi godere di buone comunicazioni senza limite), siano atte a caricare in brevissimo tempo, in meno di $\frac{1}{10}$, di $\frac{1}{20}$, di $\frac{1}{40}$ di secondo non che una boccia di Leyden, ma qualsisia più ca-

pace batteria (*h*): a caricarla all' istessa *tensione*, ossia grado elettrometrico dell' apparato medesimo, che s' impiega a tal carica, ad 1. grado cioè, se questo apparato essendo composto di circa 60. coppie di rame e zinco, marca 1. grado (§. 10. e 16.); a 2. gradi, se essendo composto di 120. coppie marca 2. gradi; a 3. gr. se contenga 180. coppie, ec.: con che poi la batteria, se è grande, dà, provocandone acconciamente la scarica, una scossa non molto inferiore a quella che dà l' apparato medesimo, e se è grandissima, la può dare egualmente, ed anche più forte.

È inutile quasi il dire, che tali scosse della batteria caricata così dall' apparato *Elettro-motore* sono perfettamente eguali a quelle che dà l' istessa batteria caricata agli stessi gradi da qualsisia macchina elettrica, Elettroforo, ec.

§. 22. Codeste sperienze, le quali mostrano ancora, che la corrente elettrica mossa dagli apparati, di cui si tratta, ove non siavi impedimento notabile, è più copiosa di quella, che movono in simili circostanze di niun ostacolo, e di permesso libero corso, le ordinarie macchine elettriche anche più potenti (giacchè qual è di queste macchine, la quale giunga a caricare una assai capace batteria anche ad 1. sol grado, in meno di $\frac{1}{30}$ di secondo, come fa uno di tali apparati Elettro-motori composto di 60. coppie metalliche?), codeste luminose sperienze,

---

(*h*) Ha fatto vedere ultimamente a caricarne in tal modo una di circa 10. piedi quadrati di armatura nella 50.ma parte di un minuto secondo; e pare, che anche una tre o quattro volte più grande non esigerebbe più tempo, anzi che potrebbe forse bastare un minuto terzo, o meno.

e al sommo istruttive (le quali sole basterebbero a togliere qualunque ombra di dubbio rimanesse riguardo all' identità dell' agente galvanico ed elettrico) che il nostro Volta avea eseguite fin dall' Estate del 1801. soltanto con batterie di pochi piedi quadrati di armatura, e che eccitò con lettere, e per mezzo di un valente Fisico Tedesco, Pfaff Professore a Kiel ch' egli aveva diggià convertito a Parigi, eccitò, dico, il Dottore Van Marum direttore del Museo di Teylor ad Harlem a ripetere molto più in grande, con quelle necessarie attenzioni, che non mancò di suggerirgli (*i*), lo furono infatti sperimentando i due lodati Fisici in compagnia con pieno successo, e conforme all' aspettazione, verso la fine di Novembre dell' istesso anno, come riferisce il prefato Academico Olandese in una lunga lettera all' istesso Professore di Pavia inserita ne' sopracitati *Annali di Chimica Francesi*. Caricava egli *nel più breve tempo possibile*, secondo la sua espressione, tempo ch' egli valuta $\frac{1}{20}$ di secondo, caricava, con una pila, ossia apparato a colonna di 200 paja di lastre di rame e zinco, una batteria di circa 140. piedi

(*i*) La principale di queste attenzioni è, che tutte le armature metalliche interne delle boccie, o giare, ond' è composta la batteria, trovinsi così esattamente in contatto colle verghe parimenti di metallo, che vi entrano per un capo, e ne sporgono coll' altro, e queste pure così unite fra loro, che in niun luogo abbiavi tra essi metalli la più piccola interruzione, la quale basterebbe ad impedire il passaggio del fluido elettrico spinto con sì debole *tensione*, come si è veduto, od a ritardarlo almeno di molto. Le comunicazioni con catenelle nell' interno delle giare, come si pratica comunemente, sono per l' istessa ragione inconvenienti. La medesima cura dee porsi perchè anche le armature esterne trovinsi tutte perfettamente unite. Le giare poi perchè abbiano una grande capacità, sieno di vetro sottile anzi che no.

quadrati di armatura, e ne avea delle violente scosse, che arrivavano dalle mani fino agli omeri. Sarebbero state anche più gagliarde riflette il Volta, e avrebbero, se non superate, agguagliate quelle, che dava l'istessa Pila, e che Van Marum provò del doppio circa più forti, se il vetro delle giare si fosse trovato molto men grosso.

§. 23. Poco tempo prima cioè nello stesso anno 1801. era stata proposta dall'Academia delle Scienze di Harlem la questione seguente = *Peut-on éxpliquer suffisamment la colomne de Volta par les lois, ou les propriétés connües de l'électricité; ou faut-il en conclure l'existance d'un fluide particulier, et distinct du fluide électrique* ? =; e lo stesso Van Marum pare, che pendesse verso quest'ultima opinione, o almeno non era del tutto pago della teoria Voltiana, e nodriva de' dubbj, e delle idee diverse; dalle quali secondo ch'egli medesimo confessa, rinvenne, come ne era rinvenuto il sopralodato Pfaff, in vista delle anzidette sperienze, e adottò intieramente la teoria di Volta. Dopo di che non solamente non fu più questione presso i medesimi di un fluido galvanico distinto dall'elettrico, ma si fecero propugnatori zelanti dell'assoluta identità. Anzi una tale questione si può dire, che, cessasse generalmente presso quelli, che conobbero, e seppero valutare sperienze cotanto decisive, quali sono queste di caricare le boccie di Leyden, e le batterie cogli apparati Elettro-motori al segno di dare forti scosse, ec. Or come mai a fronte anche di codeste sperienze hanno avuto cuore Vassalli e Aldini di rinnovare una tal questione, e il primo anzi di sostenere apertamente la non identità? Forsechè le ignoravano tre o quattro anni dopo la loro pubblicazione? Conviene credere così; poichè non se ne fecero carico, e non ne parlarono pure nelle opere ch'essi stamparono nel 1804. e 1805. (v. nota *d*).

§. 24. Intorno a queste sperienze non dobbiamo lasciar

di riportarne qui alcune, che il nostro Volta ha recentemente immaginate ed eseguite in conferma de' principj, e spiegazioni già date; sperienze che ha comunicato a varii suoi amici, e corrispondenti, ma che non sono peranco state pubblicate. Avea egli già mostrato nelle ultime Memorie stampate, che ove gli strati umidi in tali apparati siano di acqua semplice, riescono bensì le scosse, ch'essi danno, ma molto più deboli, che ove siano di acqua impregnata di qualche sale: e ciò per essere l'acqua pura un conduttore molto men buono che le soluzioni saline (come con tante prove ha dimostrato, ed altri pure aveau notato), onde viene tanto più ritardata da quella, che da queste la corrente elettrica. Ma che del resto il grado, o *tensione* di elettricità, la forza onde viene il fluido elettrico spinto e sollecitato, era presso a poco la medesima nell'un caso, e nell'altro, proporzionale sempre al numero e qualità delle coppie metalliche, epperò di circa 1. grado per 60. coppie di rame e zinco, di 2. gradi 120. coppie, ec. (§. 10. e 16.). Ora dall'essere la *tensione*, o forza elettrica, che si manifesta all'Elettrometro, eguale in ambedue i casi ne inferì Volta giustamente, che eguale carica ancora avrebbe indotta nella batteria la sua pila, sia che gli strati umidi della medesima, i dischi di cartone, o di panno bagnati, lo fossero di acqua semplice, oppure di un liquore salino qualunque; e che solamente vi si richiederebbe in proporzione più di tempo nel primo caso, però ancora così breve, da non poter essere percettibile; onde neppure in ciò sarebbe riuscita sensibile la differenza: sarebbe per esempio allora bisognato a compiere tal carica, invece di 1. minuto terzo (v. il §. 21. e la nota (*h*)), $\frac{1}{10}$, od $\frac{1}{8}$ di minuto secondo. In conseguenza la scossa che darebbe poi la batteria così caricata, troverebbesi anch'essa eguale in ambedue i casi: e sicco-

me quella, che dà la pila provocata immediatamente, è debole assai: allor quando i suoi dischi bagnati, lo sono di acqua pura, potrebbe riuscire più forte di essa la scossa della batteria caricata da tale pila, comunque più debole della scossa prodotta dalla stessa pila, o da altra eguale, aventi i dischi inzuppati d' acqua salata.

§. 25. Così andava deducendo il tante volte lodato nostro Maestro, e così verificò coll' esperienze sopra la sua batteria di soli 10. piedi quadrati di armatura, dalla quale batteria caricata (per recare qui un solo esempio) con una pila di 150. coppie di rame e zinco, la quale carica arrivava sempre a circa gr. 2. $\frac{1}{2}$ del suo elettrometro a paglie sottili (§. 16.), fossero i dischi di cartone inzuppati d' acqua semplice, o d' acqua salata, riceveva egli una scossa discretamente forte, che si estendeva oltre i gomiti; laddove tirando la scossa immediatamente dalla pila, avente i dischi bagnati di semplice acqua, la provava molto più debole, e poco oltre la mano; avvegnachè fortissima poi la sentisse fino alle spalle, ed al petto, ove l' umore dei dischi fosse salino. Adunque la scossa, che dà anche una batteria di pochi piedi di armatura, per la carica che prende da una pila è notabilmente più gagliarda, che quella che dà la pila medesima a dischi imbevuti di acqua semplice: ma molto meno di quella che dà la stessa pila, od una simile a dischi di acqua salata: eppure la carica elettrica, o la *tensione* sì della batteria, che della pila è in tutti questi casi la medesima, di 2 $\frac{1}{2}$ gradi circa nell' esempio addotto ec. La differenza dunque nella scossa è chiaro che dipende in queste prove dal più o meno libero corso del fluido elettrico, animato bensì dalla medesima *tensione*, ossia spinto col medesimo grado di forza, ma più o meno impedito e ritardato dalla mag-

giore o minore coibenza, od imperfezione de' conduttori umidi, o di *seconda classe*, cioè dei bullettini umidi per cui dee tragittare.

§. 26. A maggiore confermazione di tali principj, e spiegazioni ha spinto il Volta più innanzi le sperienze; ed ha caricato all'istesso segno, cioè a gradi 2. $\frac{1}{2}$ circa la sua batteria di 10. piedi, dalla quale ha rilevato conseguentemente la stessa scossa mediocremente forte fino al di là dei gomiti (§. prec.), l'ha caricata più volte colla stessa pila di 150. coppie metalliche, i cartoni della quale stati bagnati con acqua semplice, trovansi dopo un giorno, due, tre, quattro, ec. via via meno umidi, e infine quasi asciutti del tutto. Or dunque anche quando la pila tentata nella migliore maniera non produceva più scossa sensibile per difetto di umidità ne' bullettini di cartone, non mancava di dare distinti segni all'elettrometro, per poco che detti bullettini conservassero ancora di umido, e per esso di facoltà conduttrice (giacchè ove fossero secchi affatto, il tutto era finito); come non mancava d'indurre la carica nella batteria ad una *tensione* eguale alla sua (§. 21.). Ma che? a indurvela, e portarla a questo segno, si richiedeva tanto maggior tempo, quanto si trovavano più asciutti i bullettini, o cartoni, e per ciò più cattivi conduttori: la lunghezza del qual tempo ha potuto rendersi finalmente sensibile in queste sperienze, essendo stato quando di un mezzo, e quando di un intiero minuto secondo, di 2. 3. 4., e fino di qualche minuto primo. Ne' quali casi però di tanta lentezza del fluido elettrico a passare avanti per trovarsi i bullettini di cartone pressochè asciutti del tutto, non giungeva mai nè la *tensione* della pila, nè conseguentemente la carica, ch'essa portava alla batteria, al grado a cui avrebbero dovuto giungere in ragione del numero delle coppie metalliche di essa pila; ma

ne restavano notabilmente addietro. Il che s' intende facilmente riflettendo alla perdita, che continuamente si fa di parte della carica e dalla pila, e dalle boccie, in grazia degli imperfetti isolamenti.

§. 27. Si sa da mille altre sperienze colle boccie di Leyden quanto contribuisca a scansare la forza della scossa, che possono quelle produrre con una data carica, e producono infatti ove non abbianvi in tutto il circolo cattivi conduttori, che impediscono, o ritardino la corrente elettrica, si sa, dico, quanto contribuisca a scemare la forza della scossa, ed a rendere perfino insensibile, o nulla, l' interposizione non solo di corpi annoverati fra i coibenti, ma sì ancora di conduttori imperfetti. Le pietre, i muri, i legni anche un poco umidi, e così i cuoi, le carte, i panni, quantunque non asciutti, avvegnacchè permeabili al fluido elettrico, nol sono abbastanza per condurre la scossa, massime se la carica delle boccie è debole. Trattandosi poi di cariche debolissime, come quelle intorno a cui ci siamo trattenuti fin qui (le quali sono tuttavia valevoli a produrre forti commozioni, ove trovinsi in batterie abbastanza capaci, come abbiamo veduto, o negli apparati Elettro-motori, ch' emulano le più capaci, anzi le superano per la corrente elettrica che questi movono incessantemente), trattandosi di tali cariche di affatto debole *tensione*, anche altri conduttori meno imperfetti è facile concepire, che scemino di molto la scossa, quali sono vari corpi umidi, od anche bagnati, e l' acqua stessa.

§. 28. Ciò basta a spiegare, oltre tante altre, le esperienze indicate in questi ultimi §. §. (22. — 24.); a meglio comprendere le quali e le analoghe gioverà il ristringerle, e presentarle qui sotto un nuovo punto di vista.

Sia costrutta una pila di 120. o 130. coppie di rame

e zinco, coi cartoni interposti o non umettati, o appena un pochetto. Da questa pila non potrete ottenere la menoma commozione; e ciò per l'impedimento e ritardo, che apportano alla corrente elettrica q ie' cartoni poco umidi, e cattivissimi conduttori, nonostante la pila vi segnerà all' elettrometro a paglie sottili 2. gradi circa, e potrà caricare una boccia di Leyden picciola o grande, e così anche una batteria di 10. 20. 30. piedi quadrati di armatura ec. parimente fino a 2. gradi circa: con che la batteria vi darà essa quella scossa, che non può darvi la pila tentata direttamente, e sì una scossa abbastanza forte. A portare però a cotesta batteria tale carica, dovrà la pila, comunicando colla sua base all'esteriore armatura di detta batteria, comunicare col vertice al conduttore delle armature interne per lo spazio di 1. 2. o più secondi.

Smontate la pila, e ricomponetela con i cartoni ben inzuppati d' acqua semplice, onde possa la corrente elettrica incontrare molto minore impedimento e ritardo; non avrete, che la medesima *tensione* elettrica di 2. gradi, o poco più: ma con questa *tensione* potrà darvi essa pila una scossa, debole sì, ma pur sensibile; e potrà non già caricare a un segno molto più alto la batteria, e farle dare assai più forte scossa di prima, ma bene caricarla allo stesso punto di 2. gradi, o poco più, in tempo incomparabilmente più breve, non maggiore cioè di $\frac{1}{50}$ di secondo, e minore forse anche di un minuto terzo.

Cambiate finalmente que' cartoni con altri intrisi di una soluzione di sal comune, o meglio di sal ammoniaco. Ancora egual *tensione elettrica* di 2. gradi, o poco più; ma scossa incomparabilmente più forte dalla pila, tantochè supera quella della batteria portata agli stessi 2. gradi. Or da che dobbiamo credere che venga la tanto mag-

giore scossa della pila a cartoni impregnati d'uno od altro umore salino, in paragone di quella a cartoni imbevuti di acqua semplice per cariche, ossia *tensioni elettriche* eguali, se non dalla molto maggiore facilità che trova la corrente elettrica ad attraversare quelli, che sono assai migliori conduttori dell'acqua semplice, come infinite altre prove attestano? Da questo scorrere più facilmente e rapidamente il fluido elettrico per entro la pila da un capo all'altro, dovrà anche più prontamente portarsi la carica alla batteria come ben si comprende, in guisa che, se un minuto terzo e probabilmente anche meno basta (§. prec.) trovandosi i cartoni inzuppati di acqua pura, basterà forse un minuto quarto ove lo siano di un buon liquore salino incomparabilmente migliore conduttore di quella. Ma come misurare tempi così corti, che sembrano istanti indivisibili? Intanto si conosce sempre più quanto la copia di fluido elettrico, che versa una buona pila che sia ben in ordine, superi quella che fornisce in tempi eguali la più grande e potente macchina elettrica, come si è già avanzato (§ 22.); e quale di queste macchine infatti potrebbe, non diciamo in un minuto quarto, ma neppure in alcuni terzi, fornire la quantità di fluido, che vi vuole per caricare a 2. gradi una capace batteria.

§. 29. Per questa copia di fluido elettrico, che versa con tanta celerità da uno de' suoi capi, e aspira dall'altro una buona pila (ben inteso, che non manchino le necessarie comunicazioni per questo portare che fa la carica della batteria agl'indicati gradi eguali alla sua propria *tensione* in tempo sì breve, che a nostri sensi è un istante), avviene, che una persona, o più, sentano la scossa anche all'atto di tale carica, qualora siano portate a comunicare in acconcio modo da una parte alle armature esterne della batteria, dall'altra alla base della pila, la quale colla sua sommità va a toccare il conduttore me-

tallico procedente dalle interne armature di essa batteria, oppure inversamente. La qual cosa s' intende tosto riflettendo, che conforme alla nota teoria della boccia di Leyden, ossia delle cariche e scariche delle lastre isolanti, con quella stessa celerità (per non dire istantaneità), con cui viene aggiunta o sottratta (secondo che l' elettricità che si applica è positiva, o negativa) tutta quella copia di fluido elettrico ad una faccia della batteria, coll' istessa si slancia dalla faccia opposta, o vi accorre una quantità presso a poco eguale di altro fluido elettrico, portando così la scossa alla persona, o persone, che debba attraversare.

§. 30. Codesta scossa, che all'atto del caricarsi la batteria della pila risente la persona interposta, è però più debole, massime se i dischi ossia bullettini umidi di essa pila non lo sieno abbastanza, o trovinsi imbevuti di acqua pura, più debole, dico, notabilmente della scossa, che potrà poi aversi per la scarica della batteria medesima. La ragione di questo è, che tali dischi non sono abbastanza buoni conduttori per lasciare scorrere con piena libertà il fluido elettrico, come abbiamo fatto osservare (§. 24.). Ora a misura, che viene da questi ritardata la corrente elettrica riesce anche la scossa men forte, fino a rendersi insensibile, e nulla, ove il ritardo per l' impedimento de' medesimi troppo poco umidi sia molto grande (§. 28.). Oppongono però sempre più o meno di resistenza, anche quando siano ben inzuppati, ed anche quando lo siano di acqua salata; cosicchè è sempre minore la rapidità della corrente, e minore quindi la scossa, di quello esser dovrebbe, e sarebbe realmente, ove tali impedimenti non s' incontrassero. Or bene: nella scarica della batteria, questi impedimenti non ci sono più; e la corrente elettrica, ove tragitti solo per ottimi conduttori quali sono i metalli, non incontra ostacolo alcuno valuta-

bile, non patisce ritardo che conti; ed ove attraversi qualche persona, incontra sibbene un ostacolo in essa, e soffre corrispondentemente del ritardo; ma è poca cosa in confronto di quello che soffre allor che dee tragittare al dippiù per tutti i dischi di cartone, o simili della pila, e sian pure intrisi alla meglio. Ecco dunque perchè è notabilmente più forte la commozione, che si ottiene in appresso dalla scarica della batteria, che non nell' atto della carica portatavi dalla pila.

§ 31. Ma se una pila ben costrutta coi dischi o bullettini impregnati di buona soluzione salina, non impiega che un minuto quarto circa per caricare fino ad un grado eguale, o quasi eguale al suo, una batteria di 10. piedi quadrati almeno, come ha dedotto il nostro Volta (§. 28.), e fors' anche non ne impiega dippiù per una di 20., o di 30 piedi, come si può presumere, dee dunque nella scarica della stessa batteria, che si fa, come or dicevamo, più rapidamente, che non la carica, impiegarsi meno ancora di tal tempo, meno cioè di un minuto quarto. Eppure abbiam avanzato (§. 20.), che la scossa, la qual si ottiene da una batteria carica a sì debol segno, qual è di 1., 2., 3., gradi dell' elettrometro a pagliette, è dovuta al durare di tale scarica assai più longamente che quella di una semplice boccia di Leyden caricata ad egual grado, la quale non fa provare la menoma scossa: ma può egli dirsi di qualche durata una scarica, che compiesi in un minuto quarto, o meno? Sì certamente; perchè sebbene sembri questo, ed anche un minuto terzo sembrar possa un istante, e lo sia per i nostri sensi; è però un tempo finito, composto di parti divisibili all' infinito. Or dunque può concepirsi benissimo, che una semplice boccia impieghi molto meno di un minuto quarto a scaricarsi, tante volte meno cioè quanto la sua capacità è minore di quella della batteria; e dee realmente essere

così. Supposto per esempio, che impieghi la boccia solo un minuto quinto di tempo, e la batteria composta di 60. boccie un minuto quarto, durerà 60. volte dippiù la scarica di questa, ossia potrà considerarsi come 60. scariche successive portanti 60. colpi, invece d'un solo, che dà la semplice boccia. Ma tal successione e durata non arrivando, che ad un minuto quarto, che a noi sembra pure un istante, tutti que' colpi si confondono in un solo, e cagionano così una scossa sensibile (*l*).

§. 32. Ecco come si spiega, che caricate ad uno stesso debolissimo grado una boccia picciola, una grande, ed una capace batteria; la prima non darà scossa sensibile; la seconda la darà debole; e la terza forte; in ragione cioè delle rispettive capacità, ossia delle quantità di fluido elettrico, che formano tali cariche eguali, come supponghiamo, nel grado di *tensione*; le quali diverse quantità si scaricano, come a noi pare, e come suol dirsi, in un istante, tanto la più grande, quanto la più pic-

---

(*l*) Ecco come si esprimeva il Volta nella 2. parte della Memoria da lui letta all' Istituto Nazionale di Francia.

» Paragonando la scarica della grande giara o batteria colla » scarica della boccietta 100. volte meno capace, si può consi- » derare la prima come la ripetizione di 100. scariche eguali a » quella della boccietta, scariche che si succedono, e colpiscono » la persona 100. volte di seguito. E siccome tutti questi colpi » replicati si succedono cotanto rapidamente, si può riguardarli, » sendo così prossimi gli uni agli altri, come riuniti, e confusi » in un sol colpo, che si fa sentire per tal guisa 100. volte più » forte. È cosa ben sicura, che le impressioni portate sopra i » nostri organi non si estinguono all' istante, ma durano qualche » tempo. Quando dunque le prime impressioni sussistendo anco- » ra, ne sopravengono delle altre, tutte queste impressioni si » accumulano per così dire, e ne risulta un impressione altret- » tanto, più viva, ed energica ».

ciola, ma realmente in una serie d'istanti più o meno lunga a norma della maggiore o minore quantità di fluido. Codesta spiegazione, che il nostro Volta ha preso a sviluppare nella seconda parte della sua Memoria letta all'Instituto Nazionale di Francia, come già dicemmo, è ben più esatta, che non è il dire semplicemente, che per cariche portate ad eguali gradi dell'elettrometro, la scossa, che fa indi provare la scarica, è più grande a misura, che sono le boccie, o batteria più capaci, perchè è maggiore corrispondentemente la quantità di fluido elettrico scagliata. Dicendo ciò solamente, pare che si voglia far intendere, che venga questa maggiore quantità di fluido della grande boccia o batteria a sgorgare egualmente in un istante, come la minore della picciola boccia, ossia in tempo eguale, che è quanto dire con maggiore velocità. Ma ciò assolutamente non può essere, dovendo per gradi elettrometrici eguali, per eguale *tensione* e spinta essere anche le velocità del fluido elettrico eguali. Adunque non è che per un tempo tanto più lungo, che può tale maggior quantità di fluido scorrere fuori, e scaricare la boccia grande, o la batteria. Acciò il fluido elettrico sia spinto con maggior forza, e sgorghi con maggiore velocità, richiedesi che la carica sia elevata ad un più alto grado di *tensione*, ch' ella innalzi di più l'elettrometro, vibri a maggior distanza la scintilla ec: in tali casi di eguali capacità, e disuguali gradi di carica si dice giustamente, che la maggiore, o minore gagliardia della scossa dipende dalla maggiore o minore quantità di fluido elettrico che si scarica, e tracorre in un dato tempo: in vece che negli altri casi considerati qui sopra, di eguali *tensioni*, ossia gradi di carica, e disuguali capacità, l'essere scossa la persona più o meno fortemente è ben ancora dipendente dalla maggiore o minor quantità di fluido elettrico, ma che trascorre in tempi più o meno lunghi; insomma la grandezza della

scossa che si prova è in ragione composta della velocità della corrente elettrica la quale velocità dipende dall' intensità, ossia grado di *tensione*, che marca l' elettrometro, e del tempo, che dura tal corrente il qual dipende dalle quantità di fluido, ossia dalla capacità della sorgente che lo fornisce.

§. 33. Ma se dunque la scossa riesce tanto più valida e risentita quanto è maggiore il numero d' istanti che dura la scarica, ossia la corrente elettrica spinta da un dato grado di *tensione*; e s' egli è per questo che batterie di grande capacità con cariche anche debolissime, come di 1. solo grado dell' elettrometro a pagliette, o meno, pur danno scosse abbastanza sensibili; cosa poi dovremo aspettarci da una pila, la quale composta per es. di 60. coppie di rame e zinco, dispieghi anch' essa un egual *tensione*, spinga cioè e incalzi il fluido elettrico con forza eguale a quella di tal batteria? Cosa dico, aspettarci dovremo, avuto riguardo che cotale azione della pila continuando incessantemente, produce una corrente elettrica pur incessante, ossia che dura infinitamente più di quella prodotta da qualsiasi più capace batteria? Forse una scossa smisurata? Non già; essendochè le impressioni successive, che si accumulano in certo modo, e confondendosi insieme ne formano come una sola altrettanto più efficace e risentita, conforme abbiamo fatto osservare (§. 31.), son quelle solamente, che si compiono entro un tempo brevissimo. Or questo tempo influente alla forza della scossa possiam credere che si limiti a un dipresso ad un minuto terzo. In tal supposto il dippiù che duri la corrente elettrica non va più in conto di accrescimento di tal forza.

§. 34. Ma la continuata azione di essa corrente dee pur sentirsi. E si sente infatti quando viene applicata agli organi proprj de' sensi, segnatamente a quelli del gusto,

e del tatto, come vedremo. Ma applicata ad altre parti, e in modo da eccitare soltanto le contrazioni muscolari, e le scosse, non le produce che alla prima sua invasione, ed ogni volta poi, che rotto il circolo conduttore, e arrestata quindi la corrente elettrica, si ristabilisce questa col compiere quello di nuovo. Il perchè non continuino le contrazioni veementi e succeda la tranquillità malgrado che continui la corrente elettrica, non s'intende bene, e dovrà ricercarsi nella natura ed indole dell'irritabilità muscolare. Dico le contrazioni, e commozioni veementi, perchè poi alcune oscillazioni, o tremori, ed un certo fremito continuato, non lascia di sentirsi nelle mani, ed altre parti attraversate dalla corrente elettrica continuata, quando questa proceda da una pila assai forte.

§. 35. Ritornando alle cariche delle batterie, e applicandovi le osservazioni qui sopra (§. 33.), l'ingrandire coteste batterie, il portarle da 10. piedi quadrati di armatura a 20., 40., 80., 100. piedi ec. contribuirà di certo a fare, che per cariche a gradi eguali dieno scosse corrispondentemente più forti; ciò però fino a un certo termine, e non più; fino a che sia tale e tanta la grandezza e capacità della batteria caricata, che a compiersene la scarica si esiga tutto quel tempo, che influisce alla forza della scossa. Or ritenendo, che questo tempo sia circa un minuto terzo, e che una batteria di 10. piedi di armatura si scarichi tutt'al più in un minuto quarto, supposizione più che ammissibile (§. 28.), vi vorrà una batteria di 600. piedi almeno a fare, che la sua scarica duri un minuto terzo, e ad ottenere la più grande scossa, che possa aversi quindi da un dato grado di carica. Conseguentemente le batterie più capaci ancora di molto, aventi cioè 800., 1000., o più piedi quadrati di armatura, la cui scarica durasse quindi più di un minuto terzo, non produrrebbero già più forte scossa di quella producasi dall'

anzidetta batteria di 600. piedi ad eguale grado di carica; ma bene comincerebbero ad imitare gli altri effetti della pila, che tengono alla continuazione della corrente elettrica oltre l'indicato tempo. E quali sono questi effetti fuori della scossa passaggiera che si può dir momentanea? Li già accennati (§. prec.), cioè le sensazioni continuate di sapore, se la corrente elettrica prenda l'estremità della lingua, di dolore cocente nelle parti molto sensibili, ed altri, che vedremo.

§. 36. Che se dunque la maggiore scossa, che si possa avere per una data *tensione elettrica*, ossia per un dato grado di carica, si ha da una batteria, che contando 600. piedi quadrati di armatura, più o meno (*m*), impiega a scaricarsi circa un minuto terzo, ossia tutto quel tempo, che sembrando a nostri sensi un istante, ci fa comparire una sola l'impressione, od urto, che in realtà risulta da urti ed impressioni successive (§. 31.): se una maggiore grandezza, ossia capacità di essa batteria, la quale imporerebbe un tempo più lungo per la scarica, un quarto per esempio di minuto secondo, o più, insomma una durata sensibile, non fa nulla per questo conto della forza della scossa, come si è detto (§. ivi); egualmente non conterà nulla a questo riguardo la durata infinitamente più lunga della corrente mossa dagli apparati Elettro-motori, i quali per conseguenza non potran dare mai per eguale grado di carica scosse più forti di quella, che dà l'anzidetta batteria di 600. piedi quadrati, quand'anche trovinsi nel migliore stato possibile, coi dischi o bullettini inzuppati della mi-

---

(*m*) Si è fatto abbastanza intendere, che queste determinazioni non si prendono a rigore essendo impossibile di precisarle ma così all'ingrosso: il che basta per le spiegazioni che ci dà il nostro Maestro.

gliore soluzione salina, ec. Anzi le scosse di questi apparati non giungeranno neppure ad eguagliarla tale scossa della batteria di 600. piedi quadrati caricata allo stesso grado, ma resteranno notabilmente al di sotto, per la difficoltà e ritardo che, come abbiam fatto osservare (§. 26), incontra la corrente elettrica nell' attraversare que' dischi umidi, i quali non sono abbastanza buoni conduttori, nè anche quando l'umore è abbondante, ed impregnato de' migliori sali. Che se poi sia pura acqua, conduttore molto più infelice, come tante volte si è detto, riuscirà la scossa, che potrà dare un tale apparato così debole, da non uguagliare nemmeno quella di una batteria di 6. od 8. piedi quadrati di armatura, carica pure all' istesso grado, conforme ha trovato il Volta colle sue sperienze riportate più sopra (§. 26. 28.).

ARTICOLO IV.

Ulteriore confronto del valore delle scariche elettriche, sotto il doppio rapporto della loro intensità, o tensione *elettrometrica, e della quantità di fluido che le forma, con varie ricerche di Elettrometria.*

§. 37. Si è spiegato nell' articolo precedente con sufficiente chiarezza, con prove, e con acconci esempi, come alla debolezza delle cariche supplisca nelle boccie di Leyden molto capaci, e nelle batterie capacissime, la grande quantità di fluido elettrico, che forma tali cariche in apparenza sì meschine, per cui riuscendo di altrettanto maggiore durata le scariche, abbenchè sembrino ancora istantanee, veniamo a provarne le scosse non minori di quelle, che ne fanno sentire boccie assai più picciole con cariche tanto più forti (con cariche cioè che tanto più innalzano l' elettrometro, a tanto maggior distanza esten-

dono la sensibile loro sfera di attività, e tanto più lontano possono vibrar la scintilla). Ma nulla si è detto ancora della differenza, che trovasi riguardo alla qualità, o tempra, se così può chiamarsi, di tali scosse, differenza non molto grande in vero, ma però rimarcabile, e che gioverà indicare qui a compimento dei confronti delle varie scosse; confronti, che abbiamo già spinti tanto avanti, che per ogni altro lato nulla più vi manca.

Adunque paragonando la commozione cagionata dalle grandi boccie o batterie cariche ad un debolissimo grado con quella prodotta da una picciolissima boccietta carica ad un grado tanto più alto, faremo dapprima osservare, che quando sono così fiacche e questa è quella, che riescono pocchissimo sensibili, punto non si distinguono l'una dall'altra, o appena; ma se siano valide abbastanza, allora è, che ci affettano alquanto diversamente la scossa della boccietta, e quella della grande boccia, o batteria, quand'anche riescano di egual polso: la prima possiam dire in certo modo ch'è più acuta, l'altra invece più grave: quella cioè più viva, parzialmente vibrante, meno propagantesi, è più passaggiera (come infatti vedemmo, che la scarica di una picciola boccia compiesi in un più breve istante); questa più muta, gravante un maggior numero di parti, e portantevi certo qual intormentimento; e ciò per essere la scarica elettrica produtrice di tal commozione, meno istantanea, ossia più protratta (comechè ad un tempo ancora insensibile), in ragione della maggiore *capacità* di essa boccia grande, o batteria.

Ora di quest'ultima tempra, o tono, che voglia dirsi, sono ancora le scosse, che danno gli apparati Elettromotori, e quelle pure, che dà la Torpedine: quali appunto esser deono le une, e le altre, attesa la somiglianza delle scariche sì di detti apparati, che degli organi elet-

trici di tali pesci, con quelle delle grandi, anzi grandissime batterie caricate debolissimamente: come già si è mostrato, e porrassi ancora più in chiaro con altre osservazioni in progresso (*n*).

§. 38. Molto più grande, e marcata di cotal differenza riguardo alla qualità o tempra delle scosse provenienti da grandi boccie, e batterie debolissimamente cariche, o da picciole boccie cariche fortemente, si è la differenza riguardo alla distanza, a cui possono succedere le rispettive scariche, e giungere il salto della scintilla. È facile com-

---

(*n*) Hanno dunque commesso un grave sbaglio tutti quelli, che vollero paragonare le commozioni, che ci vengono portate dagli Elettromotori, carichi sempre a debolissima *tensione* (abbiam veduto, che quelli composti di 60. coppie di rame e zinco, i quali possono dare assai valide scosse, giungono appena a segnare 1. grado scarso dell' elettrometro a paglie sottili), ma tensione, o carica che sempre si rinnova, il che portando un' azione incessante e perenne equivale ad una *capacità infinita*: han dico, commesso un gravissimo sbaglio prendendo a paragonare le commozioni, che producono in noi gli Elettromotori, con quelle, che ne fan sentire le boccie di Leyden picciole, o mezzane, e quindi di assai *limitata capacità*, caricate ad alti gradi, le quali però si scaricano del tutto in un istante oltre ogni credere brevissimo; quando vanno anzi paragonate, giova pure ripetterlo, con quelle scosse che riceviamo da capacissime batterie caricate invece debolissimamente, ad una *tensione* cioè o eguale, o poco maggiore degli stessi Elettromotori. A tali condizioni le scosse date da questi, e dalle batterie sono in tutto, e per tutto egualissime. All' incontro confrontando quelle degli Elettromotori con quelle delle picciole boccie, o di una anche mezzana, caricate fortemente, è pur vero che si prova la sopra indicata differenza, se non nella forza, nella qualità della scossa. Ma questa differenza trovandosi, come si è veduto, tra scossa elettrica e scossa elettrica, a tenore delle indicate circostanze, la scossa così detta *galvanica*, che rassomiglia perfettamente ad una di quelle, è vera scossa elettrica anch' essa, e nulla più.

prendere, che per una più forte *tensione*, indicata da maggiori gradi dell'elettrometro, deve il fluido elettrico poter superare un maggiore intervallo, ossia spezzare un più grosso strato di aria, e scagliarsi quindi più lontano. Ma il determinare di quanto precisamente abbia a divenire più lungo cotesto tiro della scintilla, ossia maggiore la distanza, a cui potrà farsi la scarica, la *distanza esplosiva* a dir breve, corrispondentemente alla maggiore *tensione* elettrometrica, non è sì agevol cosa; e solo può sperarsi di giungere a tale determinazione giusta con un gran numero di sperienze le più esatte. Molte di queste ne ha intraprese il nostro Volta, che si è compiaciuto di comunicarci; i risultati delle quali fissano, se non coll'ultima precisione, con sufficiente giustezza il *rapporto* tra i gradi di carica, ossia di *tensione elettrica*, e l'anzidetta *distanza esplosiva*, ossia la distanza a cui può giungere la scintilla e farsi la scarica, e presentano alcune belle leggi.

§. 39. E primieramente ha trovato, che tutte le boccie grandi, e picciole, cariche all'istesso grado dell'elettrometro, ed anche i semplici conduttori, quali essi fossero, portati all'istessa *tensione* elettrica delle boccie, scagliano la scintilla, e si scaricano ad eguale distanza. Ha trovato verificarsi ciò quasi a rigore, almeno dentro certi limiti, ed anche oltre tali limiti non fallire molto, sperimentando con una macchinetta o Spincterometro di una particolare costruzione, che serve a queste, ed a molte altre prove ancora di diverso genere (*o*), congegnata in mo-

(*o*) Tralle altre sperienze d'investigazione serve questa macchinetta un poco più composta degli ordinarj Spincterometri, a misurare i diversi gradi di coibenza de' conduttori imperfetti, specialmente de' varj liquidi; al qual oggetto principalmente fu da esso Volta immaginata, e fatta costruire, sono già parecchi anni, ed eseguite furono molte sperienze colla me-

do tal macchinetta, che la scintilla all' atto della scarica scoccasse tra due palle metalliche di un pollice circa di diametro, distanti una dall' altra più o meno a volontà. Ha dunque veduto seguire sempre tali scariche e scoppj ad una data distanza, giunta che fosse la carica a un dato grado dell' elettrometro precisamente, o quasi: cioè alla distanza di 1. linea per 10. gradi circa di un quadrante elettrometro (un grado del quale ne voleva 16. dell' altro suo elettrometro sensibilissimo a paglie sottili); alla distanza di 2. linee per 19. in 20. gradi dell' istesso quadrante elettrometro, ec., fosse il semplice primo conduttore della macchina elettrica caricato agl' indicati gradi, o fossero più conduttori uniti; fosse una boccettina di Leyden di 4. pollici quadrati di armatura (che ha già una capacità molto maggiore di un semplice conduttore lungo anche 10. 15. 20. piedi, e discretamente grosso); fossero altre boccie di assai maggiore grandezza, cioè di 10. 40. 100. 200. poll. quad. di armatura. Così è: sempre accadeva la scarica ad una data distanza delle due palle metalliche, arrivata la *tensione elettrica* a un tal dato segno, ossia salito il quadrante elettrometro a un tal dato grado, si può quasi dir precisamente, qualunque fosse la capacità del conduttore, o della boccia.

7

---

desima; le quali gli hanno mostrato quanto cattivo conduttore sia, dopo gli olj, che si possono dire veri coibenti, e dopo lo spirito di vino, che diremo semicoibente, l' acqua semplice (cheche si sia creduto comunemente dagli elettricisti), e quanto migliori sieno, sebbene imperfettissimi ancora in paragone dei metalli, l' acqua salata, ed altri liquori salini; quali inoltre fra questi prevalgano nella virtù di condurre, e trasmettere il fluido elettrico, ec.

Siccome però a far sorgere una tal *tensione*, a portare, che è lo stesso, la carica a un tal grado richiedevasi, come ben si comprende, tanto maggiore dose di fluido elettrico, ed in conseguenza tanti più giri della macchina elettrica, quanto era più grande cotesta capacità; così poi la scarica delle grandi bocce riusciva più forte e potente; cioè più brillante e piena la scintilla, più romoroso lo scoppio, e più valida la scossa rilevata da chi si fosse trovato compreso nel circolo di essa scarica.

§ 40 Risulta pertanto da queste sperienze, che coll' essere per un dato grado di carica, corrispondentemente alla maggiore capacità de' recipienti, maggiore anche la copia di fluido elettrico, si ottiene bensì colla scarica una scintilla più piena e grossa, più scuotente, ec. come era noto; ma non già più lunga, almeno notabilmente: ciò che sorprenderà senza dubbio. Sebbene ritenendo la spiegazione che dietro il nostro esimio Maestro abbiamo data nell' art. prec., cioè che la maggiore quantità di fluido elettrico richiesta a portare la carica ad un dato grado secondo che la capacità del recipiente è più grande fa che la scarica riesca poi di tanto maggiore durata, ossia abbisogni per compiersi di più successivi istanti; ritenendo, dico, tale spiegazione naturalissima e soddisfacente, restiamo appagati anche in questo, riflettendo, che la scintilla poichè viene per tal modo prolungata nel tempo non lo deve essere nello spazio, che troppo sarebbe: no, non lo deve essere più di quello il richiegga la *tensione*, che supponiamo eguale a quella di un altro recipiente meno capace. Ma lasciata la spiegazione, per ciò che riguarda le sperienze, sono queste poche ancora e non abbastanza variate, per poter conchiudere in generale e con sicurezza che la distanza, a cui può scagliarsi la scintilla elettrica, e farsi la scarica, la *distanza esplosiva*, sia *in ragione semplicemente* della *ten-*

sione, o grado elettrometrico, senza alcun riguardo cioè alla quantità di fluido. Se ciò si è verificato in tutte le prove fatte dal sullodato nostro Maestro coll'accennata sua macchinetta, non possiamo essere certi, che si verifichi egualmente coll' instituire le sperienze in altra maniera, o con diversi apparati, ne' quali la scintilla abbia a scoccare tra palle più grosse, o più sottili di quelle da lui adoperate od eguali tra loro; tra una palla ed un piatto; tra questo o quella, ed una punta ec. Sebbene anche sostituendo ora una punta metallica ottusa, ora ponendo una tal punta, e un piattello in luogo delle due palle nella detta macchinetta, ha osservato l' autore, che variando per tali cambiamenti la distanza, a cui giungeva la scintilla, variava egualmente per le boccie grandi, e per le picciole, purchè fossero cariche ai medesimi gradi dell' elettrometro, eccettuati solamente alcuni casi segnatamente quelli ne'quali intervenisse qualche punta troppo sottile. Fuori di questi casi adunque ne'quali più non osservasi l'enunciata regola, fu sempre la distanza esplosiva il tiro, ossia lunghezza della scintilla indipendente dalla grande o picciola capacità della boccia, o del conduttore, e dipendente soltanto dal grado di *tensione* o carica misurata dall' elettrometro; o se vi fu differenza, fu così picciola che può trascurarsi.

§. 41. È pertanto comprovata in tutte le maniere la proposizione sopra avanzata, che la distanza a cui può giungere la scintilla elettrica, è in ragione semplicemente della *tensione*, o grado elettrometrico, e niente in ragione della quantità di fluido, che porta una tal *tensione*, ossia della capacità delle boccie, o de' conduttori: è comprovata questa bella legge in guisa, che non si può ricusare di ammetterla, colle restrizioni però già accennate, cioè esclusi i casi, in cui venga provocata la scarica da punte sottili, e forse alcuni altri, e posti dei limiti, oltre i quali

non abbia per avventura più luogo tal legge e dentro i quali ancora non si osservi essa a tutto rigore, e appuntino, ma bensì a un dipresso, tantochè non vi siano deviazioni rimarcabili. Ora questi limiti, ossia gli estremi delle sperienze fatte dal nostro Volta, comprendono una ben grande estensione, tanto riguardo alle boccie, avendone egli sottoposto alle prove molte di varia grandezza, dai 2. pollici quadrati di armatura fino a 200., e più; quanto riguardo alle distanze superate dalle scintille, cominciato avendo le prove da $\frac{1}{10}$ di linea, per cui bastava la picciola carica di circa 16. gradi del suo elettrometro a pagliette, che valgono appena 1. grado del quadrante-elettrometro da esso lui adoperato, e portate avendole successivamente fino a 8 linee, per cui vi vollero 68. gradi circa di esso quadrante elettrometro, qualunque fosse la boccia, giova pur ripeterlo, grandissima, mezzana, o piccolissima, o fosse anche il semplice conduttore della macchina elettrica, che facesse montare l'elettrometro a tali gradi.

§ 42. Un altra bella legge ci additano ancora codeste sperienze, ed è, che le distanze a cui può giungere la scintilla, crescono quasi esattamente, come le *tensioni*, o gradi segnati dall'elettrometro, cosicchè per doppia, tripla, quadrupla *tensione*, la distanza, cui la scintilla vale a superare è appena un poco più che doppia, tripla, quadrupla. Ecco quali in dette sperienze fatte dal nostro Professore non una, ma più e più volte, e colla possibile accuratezza, e diligenza, furono le *distanze esplosive*, cioè quelle, a cui seguiva il salto della scintilla dall'una all'altra palla metallica del suo *Spincterometro*, corrispondentemente ai diversi *gradi di tensione*, ossia carica di qualsisia boccia grande, o picciola o del semplice conduttore della macchina elettrica, o del medesimo prolungato con

diversi altri più o meno capaci, giacchè la capacità maggiore o minore di essi conduttori, o boccie, non portava in tali distanze esplosive alcuna differenza, giusta i precedenti §§.

Distanza esplosiva		Quadrante elettrometro
linee $\frac{1}{4}$	—	gradi 2 $\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	—	5
1	—	10
2	—	19 $\frac{1}{2}$
3	—	28 $\frac{1}{2}$
4	—	37
5	—	45
6	—	53
7	—	60 $\frac{1}{2}$
8	—	67 $\frac{1}{2}$

Questi risultati ci assicura egli avergli ottenuti costantemente a un dipresso, anche trascurando alcune scrupolose attenzioni, e ad un rigore poi quasi preciso qualunque volta ha cercato di porre nelle sperienze la massima esattezza, di farli in tempi propizj all' elettricità, o almeno non troppo umidi, di allontanare ogni circostanza, che accidentalmente potesse indurre qualche varietà, come l' interposizione di alcun corpicello, o granellino, o pelo

fralle due palle, o velo di ruggine, o patina qual si fosse, anche di solo umido, sopra le medesime; avendo cura soprattutto di collocare l'elettrometro in guisa che il suo movimento fosse al più possibile libero, non influenzato cioè da atmosfere opposte, o laterali; al qual fine deve trovarsi infisso all' estremità di una verga metallica, o di un bastone inargentato, come suol praticare Volta (non solamente in queste sperienze, ma in tutte le altre, in cui vuole, che l' elettrometro segni giustamente i gradi di elettricità), che sporga in fuori, e si lasci indietro pel tratto di qualche piede il resto del conduttore, o conduttori, di cui fa parte. Ora da tali risultati appare, che se le *distanze esplosive* non sono a tutto rigore *in ragione diretta semplice* delle *tensioni*, ossia gradi elettrometrici, crescendo questi alquanto meno di quelle, la differenza però è così picciola, che per le distanze di poche linee, e meglio per quelle al di sotto di una linea, possiamo senza errore notabile attenersi a tal *ragione diretta*. Una sensibile discrepanza comincia solo dopo le distanze di 2. e 3. linee, ed è ancora picciola, come vedesi dalla qui riportata tabella; la quale indica pure di quanto poco, e come regolarmente vada mancando essa ragione diretta semplice. Non pretende però il nostro esimio sperimentatore di poter avanzare tal regola, e neppure i descritti risultati, come infallibili, e dell' ultima precisione; e solo ce li dà per giusti nel senso di una grande approssimazione: con che non ha fatto poco; massime che si estendono essi già molto, cominciando da una *tensione*, o carica così debole, che appena manifestasi al quadrante-elettrometro (*p*), e per cui il tiro della scintilla si ha appena alla

(*p*) Poichè sebbene cotal *tensione* valga realmente $\frac{2}{2}$ gradi di esso quadrante-elettrometro, com' è notato nella tabella, il

distanza di $\frac{1}{4}$ di linea; ed arrivando fino a delle cariche

---

suo pendolo però non si alza, che di 1. grado scarso, per difetto dell' elettrometro stesso. Al qual proposito faremo osservare, che i gradi di questo elettrometro a quadrante equidistanti, come sogliono segnarsi, non indicano già esattamente i veri gradi di *tensione*, o carica elettrica, non essendo l'andamento di tale stromento equabile. Dapprincipio, e fin verso i 10. gradi del quadrante, il pendolo troppo immerso ed involto nella sfera di ripulsione elettrica della colonna verticale, lungo la quale pende, e dell' arco graduato, si alza meno di quello dovrebbe: dai 10. o 15. gr. fino ai 25. circa procede con sufficiente regolarità; poi comincia di nuovo a rallentarsi la sua ulteriore elevazione, stantechè alla forza, che lo innalza (indipendentemente dalla ragione mecanica, per cui gli archi dei pendoli crescono meno delle forze elevanti), una se ne oppone, che tende a deprimerlo, proveniente dalla parte di detta colonna, che resta sopra il punto di sospensione di esso pendolo; e sempre più cresce una tal opposizione a misura che il medesimo si accosta ai 90. gradi, ossia a far angolo retto colla colonna: al qual punto non arriva quindi mai (se non nel caso, che sia mal collocato l' elettrometro, non posto cioè ad un' estremità sporgente del conduttore (v. §. prec.) ma piantato indietro, e sopra il medesimo; onde il pendolo venga a sentir ripulsione, non dalla sola colonna, come conviene, ma anche dal disotto, e venga quindi elevato oltre il dovere), e non vi potrebbe arrivare che per una forza elettrica infinita. Or dunque per questa progressione cotanto ineguale, non sono i gradi di un tale quadrante-elettrometro (parliamo di quello di Henly, che è il più usitato e semplice, non d' altri più composti, che sono ancora più irregolari) comparabili, se non con una correzione molto notabile, che il nostro Volta previi alcuni miglioramenti nella costruzione è giunto a fissare empiricamente, cioè dietro a tentativi, e prove in gran numero fatte colla possibile esattezza. Ecco un idea di questa correzione.

Marcando il pendolo 1. 2. o 3. gradi se ne contino due di più; 1 $\frac{1}{2}$ dipiù marcando quello circa 6. gradi; ed 1. sola-

assai forti, valevoli a lanciare la scintilla ad 8. linee, e per le quali sovente le boccie di Leyden o si spezzano, o si scaricano da loro senza arco conduttore.

§. 43 I semplici conduttori di conveniente forma senz' angoli e punte, possono elettrizzarsi a gradi assai più alti, e scagliare quindi la scintilla a molto maggiore distanza, a quelle di 2. 3. 4. 6. 8. pollici, e più ancora, adoperandosi eccellenti macchine elettriche. Ora se anche per gradi di elettricità così elevati osservisi la stessa legge, cioè siano presso a poco proporzionali a tali gradi le distanze, a cui giunge la scintilla, è ancora ignoto, e lo sarà probabilmente per lungo tempo, difficilissimo essendo il determinar ciò con sicure sperienze, per le quali richiederebbonsi altri elettrometri diversi, e più esatti di quelli che abbiamo. I qnadranti-elettrometri ordinarj non servono in alcun modo a misurare cariche così forti, e non possono neppur sostenerle, disperdendo essi l'elettricità troppo intensa con frequenti, o continui spruzzi dagli estremi della colonnetta, da qualche punto dell'arco graduato, e più dalla palla in cui termina il pendolo, la quale non vuol essere molto grossa: questi spruzzi si manifestano con un certo stridore, e sono visibili all' oscuro. Del resto anche per le cariche, che possono le boccie sopportare, e rispetto

---

mente marcandone intorno a 10. Alli 15. e fin verso i 25. non si faccia alcuna addizione: poi comincisi di nuovo ad aggiungerne 1. sui 27. o 28.; 2. scarsi sui 30.; sui 36. 4. pure scarsi: e così poi sui 42. 7. in 8.; sui 48., 15.; sui 54., 30.; sui 60. altri 60., crescendo prossimamente, come si vede, del doppio le addizioni di 6. in 6. gradi, e tenendo una giusta proporzione per i gradi intermedi.

Ora è necessario avvertire, che i gradi notati nella tabella qui sopra, sono, non già quali vennero segnati realmente dal quadrante - elettrometro; ma quali risultano dall' ora indicata correzione.

alle quali la distanza esplosiva si è trovata dal nostro Volta abbastanza proporzionale ai gradi di *tensione*, cioè doppia, tripla, quadrupla, ec. per cariche a un dipresso doppie, triple, quadruple, o di pochissimo minori (§. prec.), avverte il medesimo, che ciò si verifica soltanto ove le scintille scocchino tra due palle metalliche; poichè altrimenti scoccando tra una palla, massime se poco grossa, e un piatto, e più tra un piatto ed una punta, la distanza, che può superarsi dalla scintilla, cresce in maggior proporzione della carica, singolarmente quando la direzione del torrente elettrico è dalla punta al piatto, ciò che favorisce molto il salto di essa scintilla, e la fa essere più lunga. Conchiude poi essere probabilissimo, che per i semplici conduttori di sufficiente grandezza, ed elettrizzati ai più alti gradi, a segno di lanciar grosse scintille fragorose ad alcuni pollici di distanza, cotali distanze, cui giungono a superare, eccedono pure di molto la proporzione delle cariche, ancorchè scocchino esse scintille tra due palle; le quali in tal caso ancorchè eccedano in grossezza uno, o due pollici fanno in qualche modo officio di punta.

§. 44. Venendo ora alle cariche debolissime, al disotto cioè delle più deboli comprese nella tabella qui sopra esposta (§. 42.), vedesi, che non possono esse più misurarsi dal quadrante-elettrometro (§. cit. e nota (*p*)), ma solo con elettrometri molto più delicati, con quelli cioè a pendolini leggerissimi rinchiusi in una boccetta elettrometri inventati da Cavallo, migliorati da Saussure, e che da alcuni vengono denominati *micro-elettrometri:* tra i quali quello a boccetta non più cilindrica, ma quadra e a semplici pendolini di paglia, sostituiti da Volta ai due fili metallici sottili terminati in pallottoline di sovero, o di midollo di sambuco, (elettrometro oggi giorno usitatissimo, a cui ci siamo tante volte riportati nel presente scritto, e ci riporteremo pure in seguito) ha il vantaggio considerabilissimo

di seguire un andamento molto equabile, e di aver quindi tutti i suoi gradi comparabili si può dire esattamente, almeno fino ai 18. o 20., (che portano uno scostamento delle due pagliette pendenti, di 9. in 10. linee, osservato alle loro estremità). La descrizione di questo elettrometro così perfezionato, e le prove dell' indicata comparabilità de' suoi gradi, se non rigorosissima, tale da non portare entro gl' accennati limiti error sensibile (per la quale prerogativa è preferibile a quelli di Bennet e d'altri Fisici a listarelle di foglia d' oro, tre o quattro volte più sensibili, a dir vero, ma non così comparabili) trovansi nelle *Lettere sulla Meteorologia Elettrica* di esso Volta pubblicate sono già molti anni: alle quali prove ne ha aggiunto in apresso altre in conferma, con esperienze instituite a quest' oggetto in varie maniere, e con maggiore accuratezza e precisione.

§. 45. Colla scorta di un sì fedele e prezioso stromento ha dunque il medesimo ricercato, se anche per tali cariche debolissime, per le quali non può servire il quadrante-elettrometro, osservisi la legge (§. 42.), che le distanze esplosive, a cui cioè giunge la scintilla, e fassi la scarica, siano presso a poco proporzionali ai gradi delle cariche medesime; e fin dove ha potuto determinare con qualche esattezza tali distanze (il che riesce assai difficile, e infine impossibile per le estremamente piccole), ha trovato ch' essa legge si verifica, o almeno non falla notabilmente. Così avendo già veduto, che la distanza di lin. $\frac{1}{4}$ vi voleva la carica di gradi 2. $\frac{1}{2}$ del quadrante elettrometro (§. cit.), che valgano gr. 40. del suo elettrometro a paglie sottilissime, trovò che ve ne valevano 20. di questi per $\frac{1}{8}$ di lin., e 10. circa per una distanza, che potè giudicare essere appunto $\frac{1}{16}$ di linea, eguale cioè

alla grossezza di una carta, di cui ben 16. ve ne vogliono a far una linea. Seguendo un tale rapporto, per 4. gradi dello stesso elettrometro a paglie sottili la scarica non potrà farsi che ad $\frac{1}{40}$ di linea, per 2. gradi a $\frac{1}{80}$ lin. per 1. grado a $\frac{1}{160}$ lin. ec. Se tali deduzioni non possono verificarsi esattamente con esperienze affatto sicure per la già accennata difficoltà di misurare con precisione le troppo picciole distanze, che diviene poi impossibilità per le picciolissime qui indicate; possiamo però persuadersi almeno, che non vadano molto lungi dal vero. Che se pure se ne allontanano, non sarà certo nel senso, che si prendono da noi cotali distanze troppo picciole corrispondentemente alle cariche, ma bensì in senso contrario; stantechè, a norma della tabella sopra riportata (§. 42.), le distanze esplosive diminuiscono piuttosto in una proporzione maggiore che le cariche o *tensioni* elettriche: e quindi le qui notate frazioni di linea sono anzi troppo grandi, che troppo picciole; cosicchè a 2. gradi di carica non $\frac{1}{80}$ di linea, ma $\frac{1}{100}$ forse, od anche meno deve corrispondere; ad 1. grado $\frac{1}{200}$ di lin. o meno; a $\frac{1}{2}$ grado meno di $\frac{1}{400}$ di lin. ec.

§. 46. Ben si comprende, che quando le scariche, per così deboli *tensioni*, non possono farsi, che a distanze così picciole e impercettibili, neppure la scintilla può essere visibile, o appena: che niun altro segno elettrometrico sensibile, di attrazione cioè o ripulsione può osservarsi, a meno che si abbia ricorso al Condensatore (col

quale se sia de' migliori, può raccorsi sufficiente elettricità per qualche scintilla, anche da tali cariche più deboli di $\frac{1}{4}$ di grado dell' elettrometro a paglie sottili, e può manifestarsi qualche segno all' istesso elettrometro, da quelle di $\frac{1}{20}$, di $\frac{1}{60}$, e fino di $\frac{1}{100}$ di grado: come ha mostrato il nostro Volta, ottenendone dalle cariche prodotte da una sola coppia di metalli diversi, ec.): e che, se una lamina d'aria estremamente sottile è da tanto d'impedire, od arrestare la scarica e corrente elettrica, basterà pure ad impedirla, ed arrestarla qualunque altro strato coibente sottilissimo; e basterà qualunque cattivo o troppo imperfetto conduttore, se non ad arrestarla, a ritardarla molto, tantochè non verrà a produrre scosse sensibili, comunque essa corrente provenga da una sorgente ricchissima, quali sono le grandi bocce, e batterie cariche a que' tali gradi, od anco da una indeficiente, quali sarebbero le batterie d' immensa capacità, e lo sono effettivamente gli apparati Elettromotori montati a simili *tensioni*, come si è fatto vedere. Però è, che un poco di ruggine, od altra patina, che copra un metallo in que' punti ov' esso viene toccato da altro metallo, non lascia passare la scossa; anzi neppure una catena metallica la lascia passare, la quale non sia ben tesa, o i cui anelli meno che lucidi e tersi eccedano un picciol numero; come non la lasciano passare un legno, una carta, un cuojo poco umidi, la pelle asciutta delle mani, l' epidermide delle foglie verdi, ed altri corpi, che pur sono, o partecipano della natura de' conduttori.

§. 47 L' aria molto diradata, e la fiamma, che sono decisamente conduttori, nè già cattivissimi, e che anzi si sono sostenuti, e si tengono tuttavia da molti per assai buoni, non lasciano neppur essi passare la scossa, sebbene

permettano il tragitto della corrente elettrica, come il permettono pure gli altri conduttori imperfetti: ritardano solamente, per essere non abbastanza permeabili all'elettrico, essa corrente a segno, che essendo già non molto incitata, ossia movendosi (ne' casi di cui si tratta) con una debolissima *tensione*, riducesi per tale ritardo a non poter dare commozione sensibile. Tratteniamoci un poco intorno alla fiamma, a cui si è attribuito molto più di conducibilità o permeabilità al fluido elettrico, di quello che realmente ne goda; e si è tratto quindi erroneamente un argomento, od indizio di differenza fralle cariche elettriche, e le così dette galvaniche, (fra quelle cioè delle bocce di Leyden, e quelle delle pile Voltiane) dall'osservarsi, che non si avea scossa alcuna da queste ultime, ove la scarica dovesse attraversare una fiamma, anche per un picciol tratto: erroneamente dico, giacchè succede lo stesso anche delle scariche delle bocce di Leyden, che non abbiano maggior *tensione* di quella delle pile; onde in luogo di un obbiezione contro l'indentità del fluido elettrico e galvanico, ne ricaviamo anche da questa perfetta conformità una novella prova.

La fiamma adunque (secondo le accurate sperienze di Volta da lui medesimo comunicateci) facendo parte dell'arco scaricatore, ossia interrompendolo colla sua frapposizione, viene bensì attraversata dalla corrente elettrica, ma a stento; ovvero le porta tale impedimento, e ritardo, che se la carica o *tensione* non arriva almeno a 30. o 35. gradi dell'elettrometro a paglie sottili, che valgono 2. gradi circa del quadrante elettrometro, sia piccola, sia grande la boccia, o sia una batteria, non si ottiene scossa sensibile: epperò non si è potuta finora ottenere dagli apparati elettro-motori o pile, che sono ben lungi dall'arrivare a simile *tensione* (per arrivarvi dovrebbero essere composti da 1800. a 2000. coppie di rame e zinco, in

ragione di $\frac{1}{60}$ circa di grado, che vale la *tensione* elettrica prodotta da ciascuna coppia, come si è fatto più volte osservare ne' precedenti articoli). Al di sopra di tali gradi uno strato di fiamma qualunque esso sia di spirito di vino, di olio, di cera, od altro combustibile frapposto ai conduttori metallici, ancorchè esso strato abbia più linee, o qualche pollice di spessezza, non toglie di sentire la scossa; ma la indebolisce soltanto.

Del resto, che il fluido elettrico, cui tendono a scaricare le pile, e le boccie di Leyden cariche a non più forte *tensione* delle pile, tragitti, a stento sì, ma pur tragitti per la fiamma non meno che per gl' altri conduttori imperfetti, quali sono l' aria diradata, carte, pelli, legni, ec. poco umidi, si fa manifesto dal comunicarsi tali cariche, sia da una ad altra boccia, sia da una pila ad una boccia piccola o grande, ed anche ad una capacissima batteria, fino a portarvi un' egual *tensione* elettrica, malgrado l' interposizione ai due conduttori metallici di una fiamma; e dal comunicarvisi in tempo ancora non molto lungo, cioè di uno, o due minuti secondi, come ne assicura il nostro Autore aver trovato, e ciascuno può coll' esperienza verificare. Ma che dico in tempo non molto lungo? Questo di uno, o due secondi è lunghissimo in paragone di un minuto terzo, e meno ancora, che, come si è spiegato ampiamente nell'articolo precedente, impiega la pila a comunicare ad una anche grande batteria la carica elettrica eguale alla sua, ove non siavi nell' arco conduttore tale interposizione della fiamma, od altro imperfetto deferente; epperò non è maraviglia, se rallentata cotanto allorchè avvi l' interposizione suddetta la corrente elettrica, mossa altronde debolmente da tali cariche inferiori a 30. gradi dell' elettrometro a paglie sottili, manchi la scossa.

§. 48. Veduto abbiamo come il salto della scintilla, ossia la distanza, a cui può giungere la scarica elettrica spezzando lo strato d'aria frapposto a conduttori metallici, e salve alcune restrizioni, sia in ragione semplicemente della *tensione* òssia grado di carica, indipendentemente dalla quantità di fluido, che forma tal carica, e quindi dalla capacità delle bocce; ma che il valore, o gravezza della scossa dipende pur molto anche da questa capacità, a cui, come si comprende, corrisponde la quantità di fluido richiesto per una data carica: che in una parola la scossa è in *ragion composta* della *tensione*, e della *quantità* di fluido elettrico. Ora importa di sapere se questa ragion composta sia giusta ed esatta, cioè tale, che per date *tensioni*, ossia cariche di dati gradi, riescano le scosse precisamente del doppio, del triplo, del quadruplo più valide, secondo che le capacità delle bocce, e quindi le quantità di fluido elettrico, sono due, tre, quattro volte più grandi, ec. Ma qui dobbiamo dire che la cosa non ha potuto ancor bene determinarla il nostro Autore colle sue sperienze, per quanto numerose, e diligenti sieno state; anche perchè è difficile il valutare giustamente le scosse, e poter accertare, che una sia doppia, tripla, quadrupla dell'altra. Si può meglio giudicare, se due scosse siano, o no eguali, onde pare che si dovrebbe poi poter verificare se l'indicata ragion composta abbia luogo, col provare se si abbiano effettivamente scosse eguali da boccie di diversa capacità caricate appunto in ragione inversa di esse capacità, es. gr. da una boccia di 20. pollici quadrati di armatura caricata a 40. gradi, e da una di 80. pollici caricata a 10. gradi. Ma s'incontra qui un altra difficoltà, per ciò che, conforme abbiamo fatto osservare (§. 36.), le commozioni riescono in qualche maniera diverse riguardo alla lor qualità, ossia al senso ed impressione che fanno sugli organi, secondo che provengono da picciole bocce

cariche fortemente, o da grandi cariche debolmente, sebbene tal diversità delle commozioni non sia molto grande, e in parecchi casi neppur rimarcabile.

§. 49. Checchè ne sia di queste, ed altre difficoltà, ecco ciò che il nostro sperimentatore crede poter avanzare sul punto del valore delle scosse, dipendentemente dalla capacità delle bocce, e batterie, e del grado di carica: ecco il risultato di molte sue sperienze. Una boccetta di vetro sottile (di $\frac{1}{3}$ circa di linea) avente circa 9. pollici quadrati di armatura, deve essere carica almeno 8. gradi dell' elettrometro a pagliette, per poter dare una scossa debolissima, e appena sensibile a un dito tuffato nell'acqua di un catino, la quale comunica per mezzo di una lastretta di metallo coll'armatura esterna di essa boccetta, mentre si viene a toccare l' uncino, o filo metallico procedente dall' armatura interna con un altra larga lastra o cannone impugnato a dovere dall'altra mano ben umida. Egli è questa una delle migliori maniere di esplorare le deboli scosse, e di sentire anche le minime, qual è quella appunto che dà detta boccetta di 9. pollici di armatura carica 8. gradi: scossarella, che sentesi appena, e non affetta che una o due articolazioni di esso dito. Un altra boccia 4. volte più capace, cioè di 36. pollici circa, ossia di $\frac{1}{4}$ di piede quadrato d' armatura, caricata 4. volte meno, cioè a 2. gradi dell' istesso elettrometro a paglie sottili, produce l' istessa minima scossa nel dito; e così pure una boccia di $\frac{1}{2}$ piede quadrato colla carica di 1. grado; una di 1. piede con quella di gr. $\frac{1}{2}$; ed una di 2. piedi colla carica di gr. $\frac{1}{4}$: le quali cariche tutte sono

formate come si comprende dell' istessa quantità di fluido elettrico. Qui dunque la grandezza della capacità nelle bocce supplisce esattamente, come pare, o quasi esattamente, alla minor *tensione*, ossia grado di carica: e siccome il prodotto di questa *tensione* nella quantità di fluido elettrico risulta il medesimo, così pure eguale è l' effetto della scossa, eguale almeno il suo valore; nè si accorge ancora che differisca nella qualità, ossia modo di affettare gli organi.

§. 50. Carichinsi del doppio ciascuna di queste bocce, cioè 16. gradi quella di 9. pollici; 4. quella di poll. 36, e così gradi 2., 1., $\frac{1}{2}$ quelle rispettivamente di $\frac{1}{2}$, di 1., e di 2. piedi quadrati di armatura; la scossa, che darà ciascuna, e che prenderà allora tutto il dito, riuscirà egualmente più risentita, ma comincierassi a distinguere qualche leggier differenza di sensazione: la quale differenza diverrà poi più notabile a misura che accrescendosi ancora del doppio, del triplo, del quadruplo, ec. le rispettive scosse, diverrano corrispondentemente più valide, e si estenderanno al carpo, al gomito, e più avanti. In che consista questa differenza, che non è poi molto grande, si è già detto (§. 36.). Qui importa di osservare, che qualunque ella sia non toglie, che si possano giudicare le scosse delle picciole bocce, e delle grandi, cariche in ragione inversa delle capacità, di egual polso e valore, almeno presso a poco.

§. 51. Ma in ciò ancora convien riconoscere dei limiti: poichè se dalle boccette di pochi pollici quadrati di armatura fino alle bocce, o giare di 1. piede quadrato, ed anche di 2. è sembrato al Volta, che si osservi esattamente, o quasi esattamente codesta legge, così che la gravezza delle commozioni sia tanto in ragione della capacità delle bocce, quanto in ragione dell' intensità della

carica; un tal giusto rapporto ha trovato il medesimo non aver più luogo per bocce, e batterie di molto più grandi capacità, ossia non corrispondere intieramente all' aumento di queste capacità la grandezza e potere delle scosse. Così una batteria di 8. piedi quadrati, la quale seguendo esattamente l' indicata ragione, dovrebbe produrre qualche scossarella sensibile nel dito (§. 49.) colla carica di $\frac{1}{16}$ di grado dell' elettrometro a pagliette, non ne produce punto se non è caricata un poco dipiù, cioè ad $\frac{1}{12}$ od $\frac{1}{10}$ di gr. e similmente colle cariche di 1. 2. 3. 4. gradi, ec. non produce già scosse 8. volte maggiori di quelle, che si ottengono da una boccia di 1. piede quadrato carica a quegli stessi gradi ma scosse soltanto 5. o 6 volte maggiori, come può giudicarsi all' ingrosso: ad averle quindi 8 volte maggiori vi vuole, od una batteria di un' altra metà più grande, cioè di 12 piedi, o più. In generale a fare, che per un dato grado di carica le scosse riescano del doppio più valide, si richiedono batterie di capacità già più che dupla cominciando da quella di 1. o 2. piedi quadrati di armatura; poi quasi tripla; poi maggiore ancora, proseguendo alle grandezze di 8. 10. 15. 20. piedi quadrati, ec, fin dove è arrivato colle sue sperienze comunicateci il nostro Volta: dietro l' analogia delle quali presume egli che vi vorranno anche 4 5. 6. volte più capaci le batterie acciò valgano a produrre similmente per un dato grado di carica un doppio effetto, quando si tratterà di quelle che oltrepassino i 40. 60 100 piedi quadrati di armatura; finchè l' ingrandirle ulteriormente non servirà più nulla a fare, che la scossa riesca più potente.

§. 52. Le quali cose tutte convengono benissimo con ciò che si è detto, e spiegato già ampiamente (§. 19. 29. e seg.), cioè che le bocce di Leyden di grande capacità,

e le batterie capacissime, fanno sentire le scosse tanto più valide e poderose di quelle, che per eguali gradi di carica si hanno dalle piccole bocce, per ciò che a misura della maggiore quantità di fluido che forma la carica di quelle, ne riesce di tanto maggiore durata la scarica, comechè sembri pur anche istantanea; e perciò, che corrispondentemente a tal durata un maggior numero d'impressioni successive si confondono in certo modo in una impressione sola, la quale riesce così altrettanto più potente e risentita. A proposito di che si è soggiunto (§. 31. 34.) che ciò si dee intendere dentro certi limiti, e fino a quel segno, che tal durata della scarica, o corrente elettrica sembra a nostri sensi ancora un istante; giacchè poi prolungandosi ad un tempo sensibile, ed anche solo ad un minuto terzo, come finalmente accader dee con batterie di molto grande capacità, il dipiù che durasse oltre tal limite la scarica, per essere queste batterie più smisurate ancora, es. gr. di 600. piedi quadrati di armatura, di 800., di 1000., non influirebbe già più alla forza della scossa sensibilmente momentanea, ma solo agli altri effetti, che tengono alla durata della corrente elettrica per un tempo notabile (§. 32.): come avviene appunto cogli apparati Elettro-motori, la corrente continua de' quali non solamente dura un tempo sensibile, ma quanto durerebbe la scarica di una batteria d'immensa capacità, cioè un tempo indefinito, per non dire infinito. Per la quale durata, ossia scarica indeficiente, oltre le scosse, producono gli Elettromotori altri effetti sui nostri organi, e sopra altri corpi, che non valgono a produrre le grandi bocce di Leyden, e neppure le batterie, che finiscono in brevi istanti di scaricarsi. I principali di questi effetti sono le impressioni sui sensi della visione, del gusto, e del tatto già altre volte accennate, e delle quali ci occuperemo in un articolo partciolare; siccome in un altro tratteremo degli effetti

chimici, quali sono la decomposizione dell' acqua, di varj sali, ed altre sostanze, l' ossidazione e dissossidazione de' metalli ec. provenienti dell' azione degli Elettro-motori e che nè le bocce di Leyden, nè le batterie anche più grandi han potuto operare, se non in picciolissima parte, e molto imperfettamente.

ARTICOLO V.

Della poca virtù conduttrice dell' acqua, massime pura: per cui un torrente elettrico tragittandovi si allarga a più potere, prendendo oltre il diritto sentiero molte altre vie, comunque oblique e lunghe.

Applicazione di ciò alle scosse, che si hanno sott' acqua, come dalle Torpedini, così dalle pile, e dalle bocce di Leyden.

§. 53. Abbiam avuto occasione già più d' una volta di far rimarcare quanto i conduttori di seconda classe, i liquidi cioè, e i corpi impregnatine, e in particolare l'acqua semplice siano poco permeabili al fluido elettrico in paragone de' metalli, o conduttori di prima classe. Or conviene trattenerci più di proposito intorno ad alcune conseguenze ed effetti, che provengono da questa difficile permeabilità di tali conduttori imperfetti. Osserveremo dunque primieramente, che inabili a trasmettere la scossa riescono non solamente i corpi poco umidi, come già si è notato, ma ben anche i meglio inzuppati, e l' acqua stessa in natura, ove non abbiano una considerabile larghezza; inabili un sottile cordoncino bagnato, un filo di acqua men grosso di una linea ec., per poco che sian lunghi: che, se un cilindro d' acqua (rinchiusa es. gr. in un tubo di vetro) di qualche linea di diametro lascia passare la scarica di una boccia di Leyden, ossia la corrente

elettrica indi mossa, con abbastanza di libertà, perchè possa sentirsi la scossa, è questa molto debole paragonata a quella che si avrebbe, se passasse invece per il più sottil filo metallico: che a misura, che il conduttore acqueo ha maggior estensione in largo, e minore in lungo, tanto più si risente la scossa, per ciò che più facile diviene il tragitto del torrente elettrico; ma che neppure un cilindro d'acqua di un pollice, anzi di alcuni pollici di diametro, offre ad esso torrente un passaggio intieramente libero, ma bensì alquanto difficile e impedito, e più che non lo sia per un filo metallico del diametro di $\frac{1}{10}$, o di $\frac{1}{20}$ di linea: che insomma la copia di fluido elettrico, che passa non difficilmente e con somma rapidità per un sottilissimo filo metallico, ha bisogno per passare con eguale o quasi eguale prestezza, e facilità attraverso l'acqua di dividersi, e scorrere per migliaja e migliaja di filetti di questa.

§ 54. Ora facendo l'applicazione di ciò all'apparato Elettro-motore, e considerando, che la corrente di fluido elettrico, che ne sgorga da un capo e rientra per il capo opposto, con attraversare i corpi che formano l'arco conduttore, ossia che compiono il circolo, è molto ricca e copiosa, vale a dire, che per ogni tempo brevissimo se ne tramanda una quantità assai grande, come si è mostrato con tante prove, comprenderemo facilmente, che qualora tale corrente dee tragittare per siffatti conduttori imperfetti, per l'acqua cioè, o corpi umidi, insofferente, diciam così, di un sentiero troppo ristretto, cercherà di allargarsi, e di scorrere per ampie strade, deviando anche per seguirle dal più corto cammino. Così è: il torrente elettrico affacciandosi in grossa piena a pochi punti di un conduttore umido, e penetrandolo per passar oltre, si divide tosto, se vi è campo, in tanti rami, quanti gliene abbisognano per incontrare nel totale una minor resistenza al suo corso, per avere un più facile sfogo.

§. 55. Questo dilatarsi del torrente elettrico, e prendere larghe spaziose vie per entro a' conduttori umidi, e tanto più, quanto più sono questi imperfetti in luogo di batterne una sola ristretta, invece di progredire per il sentiere più dritto e corto al termine cui tende, come fa ne' conduttori metallici incomparabilmente migliori di quelli; questo tanto diffondersi insomma accade, perchè poche linee o fili conduttori sibbene, ma imperfetti, quali sono i corpi umidi, e i liquidi medesimi, non bastano a tradurre con tutta prestezza una gran copia di fluido elettrico, che vi abbondi, non bastano a dar passo a tutto quello, cui tende a cacciar fuori un capo della pila, e tira a sè l'altro capo, ossia non lasciano scorrere codesta grande quantità di fluido elettrico così liberamente, che non ne resti pur molto addietro, e mantengasi là addensato, quì rarefatto. Volete vederlo e toccarlo con mano? Presa una pila molto attiva, costrutta cioè di molte coppie di rame e zinco ordinate a dovere, coi bullettini interposti ben inzuppati di qualche umore salino, e postala sopra un piede isolante, stabiliscasi una comunicazione fra i suoi due capi con qualche lunga listarella di cartone, con un cordoncino pur lungo, o simile, bagnati: avrete ancora segni di elettricità *in più* dall' uno de' capi, e di elettricità *in meno* dall'altro opposto; segni, che un buon Condensatore vi renderà sensibili all' elettrometro; e otterrete pur anche malgrado tal comunicazione, delle scosse quante ne volete, praticando gli opportuni toccamenti: segni, e scosse per altro più deboli di quello sieno allorchè siffatta comunicazione del cartone, o cordoncino bagnato non esiste.

§. 56. Curiosa cosa è, e che può forse recar meraviglia, sebbene facile a intendersi dietro quanto si è detto, che que' segni elettrometrici si hanno non solamente dal vertice, e dalla base della pila, ma ben anche dal cartone, o cordoncino ne' luoghi rispettivamente vicini ad esse

estremità, ed anche per non picciolo tratto di tal arco conduttore umido, sì da una parte che dall'altra, in modo però che vanno via via degradando tanto l'una che l'altra elettricità contrarie; finchè verso il mezzo di detto arco divengono affatto insensibili, e nulle. Ciò prova ad evidenza, che il fluido elettrico versato da un capo della pila entro quella lista umida, sospinto e incalzato da quello, che sopravviene continuamente, vi è rattenuto in parte, ossia ritardato nel suo corso, sicchè non arriva colla prontezza che ci vorrebbe a risarcire tutto quello, che viene pur continuamente aspirato e succhiato dal capo opposto; ond'è poi che rimane qui rarefatto, là condensato, massime verso gli estremi.

Simili sperienze riescono ancor meglio ove la base della pila posi semplicemente sopra di un tavolo di legno, o simile cattivo conduttore, e sporgendo da essa base un pezzo di cartone, o panno bagnati, un altro pezzo o lista pure bagnata sporgente dal vertice si prolunghi a toccare il tavolo medesimo in distanza qualsiasi da quel primo pezzo bagnato. Così disposte le cose, si hanno segni di elettricità *in più* per tutto il tratto di uno di cotali pezzi inzuppati, e degradatamente anche dai piattelli della pila da quella parte, fin verso il mezzo di essa pila; e segni di elettricità *in meno* da tutto l'altro pezzo, e dai piattelli corrispondenti, pur anche fin verso il mezzo, il quale fralle due elettricità opposte trovasi a zero, ossia neutro. Che se da una parte la comunicazione abbia luogo con migliori, o più ampj conduttori, che dall'altra, l'elettricità da tal parte avendo maggiore sfogo (venendo cioè il fluido elettrico più facilmente versato, od assorbito secondo il bisogno) comparirà più debole che nella parte opposta, e diminuendo nella serie de' corrispondenti piattelli riuscirà nulla molto indietro del mezzo della pila; e già prima di tal mezzo comincierà a manifestarsi l'elettricità

contraria dominante all' altro capo della pila. Coerentemente a ciò, se la base di questa comunichi essa sola per mezzo del tavolo col suolo, o altrimenti con capaci conduttori, e la testa non abbia comunicazione alcuna, niun segno avremo di elettricità da essa base, e tosto dalle prime coppie o piattelli mettallici comincierà a manifestarsi (coll' ajuto, s' intende, del Condensatore) quell' elettricità, che va poi crescendo di mano in mano fino alla testa.

§. 57. Queste poche sperienze, ed osservazioni possono bastare, facendone la conveniente applicazione, a dilucidare un' infinità di altre esperienze analoghe, le quali cioè nella varietà de' risultati dipendenti dalle circostanze di moltiplicate comunicazioni, e queste più o meno imperfette, da una parte della pila, o dall' altra, pur si riducono ai medesimi principj, e si spiegano infatti dal nostro Volta in una maniera la più soddisfacente Esporremmo volontieri una serie di tali sperienze, i di cui risultati fuori della data spiegazione, parebbero se non affatto capricciosi, mirabili almeno; ma ciò menerebbe troppo in lungo. Non vogliamo però lasciare d' indicarne alcuna delle più curiose.

Una persona sostenga colla mano il piede di una forte pila ritta, ed un altra persona copra pur colla mano la testa di essa pila: queste due persone, che comunicano fra loro per un tratto di pavimento interposto, o in altra maniera, daranno segni di elettricità, una *in più*, l' altra *in meno*, corrispondentemente al capo della pila, che tocca ciascuna di esse: segni, coll' ajuto del Condensatore, sensibili ad un delicato elettrometro.

Un' altra sperienza non meno curiosa, e più sorprendente sembrerà questa. Una persona tenga toccati continuamente i due capi di una valida pila, l' uno con una mano, l' altro coll'altra formando per tal modo il suo cor-

po un arco conduttore compito. Chi mai creduto avrebbe, che mantenendosi tal ampia comunicazione dei detti due capi della pila, vi si dovesse sostenere ancora parte della carica elettrica, e parte molto considerabile, al segno di poter dare scossa sensibilissima ad una seconda persona, che venga a toccare anch' essa con due lastre ben impugnate dalle mani umide (quanto giovino queste due lastre così impugnate si spiegherà in seguito) gli stessi due capi della pila? Or tale scossa si ottiene benissimo; e se anche questa seconda persona tenendo ivi le mani continuamente applicate faccia da secondo arco conduttore, una scossa pur anco sensibile potrà rilevare una terza persona, che in simil modo sopravvenga, e così altre di seguito fino ad un certo numero; giacchè crescendo tali archi conduttori va diminuendo in proporzione la carica o *tensione* elettrica della pila, e le scosse divengono mano mano più deboli, finchè riescono insensibili, e nulle. Certo è cosa sorprendente, che tanti archi conduttori, e così ampj avvegnachè di seconda classe non valgano a dar intiero e libero sfogo al torrente elettrico qual esso sia, o che ne rallentino il corso più di quello faccia un sol arco mille, e mille volte più stretto, ma conduttore di prima classe, un filo metallico sottilissimo, il quale applicato a dovere ai due capi della pila non le lascia più dare scossa, nè segno elettrometrico alcuno. Quanto mai tali conduttori di seconda classe sono inferiori a quei della prima!

§. 58. Lasciando queste sperienze colle persone, e ritornando a quelle simili, e più semplici, in cui i capi opposti della pila comunicano per mezzo di una striscia di carton bagnato, si comprende ora, che coll' aggiungerne mano mano delle altre, i segni all' elettrometro (coll' ajuto del Condensatore), e la scossa andranno bensì diminuendo a proporzione, ma che non finiranno ancora del

tutto per un numero assai grande di tali strisce, ove queste trovinsi applicate unicamente a detti capi. Che se vengano al dipiù applicate ai lati, e tutt' al lungo della pila medesima, in guisa di baciare i lembi di tutte, o quasi tutte le sue piastrette; in tal caso scemerà molto più la *tensione* della pila, e molto più deboli saranno le scosse, che potrà dare. Ad ogni modo non diverranno nulle neppur quando avrete fasciata così di cartone, di panno bagnato, o simile tutta la pila, o l' avrete ricoperta intorno di un velo, o strato d' acqua; molto meno quando sia soltanto grondante dell' umore che venga accidentalmente spremuto dai bullettini di cartone bagnato interposti o simili alle coppie metalliche. Cotali strati umidi larghi quanto vi vuole ad involgere tutta la pila, ma poco grossi, non danno dunque ancora sufficiente sfogo ossia libero passaggio alla piena di fluido elettrico, che move da un capo all' altro di essa pila: acciò lo diano, fa d' uopo ingrossarli molto, e poi molto; e allora solamente avviene, che divisa in tante vie cotesta piena passi tutta senza impedimento, o ritardo, almen sensibile.

§. 59. Or dunque il torrente elettrico non iscorre pel solo strato umido interno, che veste la pila, ma benanche per i sovrapposti fino ad una larghezza considerabilissima; deviando così in gran parte dal più corto, e retto cammino, e descrivendo molti archi gli uni più grandi degli altri. È facile comprendere del resto, che il numero degli strati umidi involgenti la pila, ossia la grossezza totale richiesta a dar libero e pronto passaggio a codesto torrente elettrico, debbe essere tanto maggiore, quanto più attiva è la pila medesima, ossia maggiore la *tensione* che dispiega, e quindi la quantità di fluido elettrico, che ella mette in corso e che dee in ogni momento farsi strada. Or la sperienza ha mostrato al nostro Volta, che la grossezza di un mezzo pollice data allo strato umido involgente,

non basta ancora per una buona pila composta di 100. coppie di rame e zinco; e che una di 200. con tal grossa fascia inzuppata non lascia di dare belle e buone scosse alle braccia di chi la tenti.

§. 60. Codesta pila così fasciata, e involta in tutta la sua lunghezza, che ciò non ostante produce la scossa più o men forte, ci fa comprendere in qual maniera l'organo elettrico della Torpedine, il quale rassomiglia così bene alla pila, anzi a molte riunite, come già facemmo osservare in più luoghi, possa anch'esso cagionare simili scosse a chi ne tocca le parti vicine, malgrado che trovisi tal organo involto, e rinchiuso nel corpo dell'animale. Certamente, che una parte del fluido elettrico lanciato dal detto organo, e tendente dall'uno all'altro capo del medesimo, dee scorrere pel corpo del pesce, in ragione della conducibilità delle sue parti, ma non essendo queste, per umide che sieno e succose, deferenti perfetti, nè grosse abbastanza per tradurre tutto quel torrente elettrico (§ prec.), forz è, che una parte considerabile tenti di scaricarsi fuori del corpo medesimo, e si scarichi infatti attraverso la persona, che si fa a toccare esso corpo in vicinanza dell'uno o dell'altro organo (giacchè sono due), o se provochisi sott'acqua, in parte attraverso questo fluido, e in parte attraverso detta persona. Del resto, se le colonnette a strati, onde son composti tali organi, e le quali sono come altrettante pile, trovinsi per avventura circondate da qualche strato, o coibente, o quasi coibente, anche sottilissimo, da uno strato per esempio pinguedinoso, o da membrane poco umide, oppure non tocchino che per pochi punti a migliori conduttori, e solo le teste, e le basi di tali colonnette vengano applicate largamente a questi, come il Volta ama di figurarsi; e siffatta applicazione, in modo di compire il circolo, si eseguisca ad un tratto, come il medesimo deduce dallo sforzo che fa la

Torpedine, o comprimendo il dorso, o in altra maniera, quando vibra la scossa: se oltre quest' ultima condizione, che sembra necessaria, e pare dimostrata, se ne ammetta alcuna anche delle altre qui indicate, che non sono destituite di probabilità, ne avremo d' avanzo per la spiegazione, di cui si tratta, comprendendo noi allora, che la minor parte del fluido elettrico lanciato dagli organi della Torpedine debba passare per le membra del di lei corpo, e fare il giro interno, e la maggiore per l' acqua, in cui nuota, e in altri conduttori, che ivi si avvengano vicini, o che la tocchino fuori dell' acqua: nel qual ultimo caso è troppo facile il comprendere che le scosse debbano riuscire molto più forti, come realmente succede.

§. 61. Dopo avere il nostro Autore paragonate le sue pile involte nella veste umida alle Torpedini, che chiudino in seno simili organi elettrici, paragonate, dico, per ciò che riguarda le scosse, che sì le une, che le altre vengono a dare, tentandole fuori dell' acqua; ha cercato di compiere il parallelo col fare, che, come la Torpedine, il Gimnoto elettrico, ec., così anche codeste pile portassero le medesime scosse, soltanto più deboli, scaricandosi ossia lanciando il torrente elettrico entro ad una massa d' acqua, portassero, dico, tali scosse ad una persona, che terrebbe le mani tuffate nell'acqua stessa. Senza darsi la pena di congegnare la pila in modo, che immersa anche intieramente, rimanesse in alcun luogo interrotta la comunicazione fralle sue parti, comunicazione che si potesse poi stabilire a volontà, in modo di mettere subitamente in corso il torrente elettrico (il quale giuoco e struttura suppone egli con fondamento che abbia luogo nelle Torpedini, come abbiam qui sopra accennato (§ prec.)): senza ricorrere ad un simile congegno, che esigerebbe molta industria, e incontrerebbe delle difficoltà nell' esecuzione, vi supplì egli con un artificio molto più semplice,

e che corrisponde egualmente all' oggetto propostosi. Fece dunque riflesso, che le condizioni della Torpedine immersa nell' acqua, si avrebbero anche per la pila, qualora il corpo di questa, involto in una veste umida, restasse bensì fuori dell' acqua, ma vi mettessero capo immergendovisi due grossi fili metallici o lastre procedenti una dall' estremità di essa pila, che tende a versare il fluido elettrico, l' altra dall' estremità, che tende ad ingojarlo. Si scorge infatti, che a questa pila così disposta non manca per tradurre una parte del torrente elettrico nè la veste umida, che rappresenta il corpo della Torpedine, ossia le parti che racchiudono i di lei organi elettrici, nè la massa d' acqua per trasmetterne da un capo all' altro una parte anche maggiore. Che però, se malgrado queste comunicazioni, ed ampj conduttori, ne resta ancora di tal torrente elettrico da scaricarsi lungo le braccia di una persona, che tenga tuffate le mani in quell' acqua, e scuoterle, convien ben dire, che grandissima sia la quantità di detto fluido versato in istanti brevissimi sì dalla pila, che dalla Torpedine (per le quali siccome abbiam veduto le cose camminano in tutto del pari), e che conduttori molto imperfetti sieno i corpi umidi, e l' acqua medesima. Ambedue le quali asserzioni, comprovate da tanti argomenti di fatto, e fecondissime di conseguenze, si confermano sempre più con nuove applicazioni, onde ci si perdonerà, se vi abbiamo già tanto insistito, e ad ogni tratto vi ritorniamo.

§. 62. Venendo più particolarmente al modo di provocare le scariche della pila posta in parità di circostanze, come ora dicevamo, della Torpedine, la qual dia le scosse sott' acqua, comunque essa pila ne rimanga fuori per maggior comodo di sperimentare, ecco una delle maniere facili, con cui ha eseguito il nostro Volta le indicate sperienze, e come potrà ognuno ripeterle con suc-

cesso. Sia una pila grande, e molto attiva, fasciata tutt'al lungo da una grossa pelle umida, od altra simil veste (ciò è per parificarla agli organi della Torpedine involti e rinchiusi nel corpo medesimo di quest'animale (§. 60.)), e trovisi interrotta in qualche sua parte, ma di maniera che si possa togliere, quando si voglia tale interruzione, e congiungere le parti a dovere. Il più comodo è di dividerla in due colonne, e disporle coricate sopra un tavolo in coda l'una all'altra, e separate per picciolo intervallo. Due lunghe lastrette, o fili metallici grossi procedenti dalle rispettive estremità di tal pila interrotta giungano a pescare nell'acqua di un catino qualunque, purchè non di metallo, e vi si tengano alla distanza uno dall'altro di alcuni pollici. In questo catino medesimo tuffi ora le mani una persona, e le porti o al contatto, o vicine rispettivamente a detti conduttori metallici. Così disposte, le cose, ogni volta che chiuderassi ad un tratto il circolo col togliere quella interruzione fralle due colonne della pila, sia mediante un buon conduttore, che vi s'introduca di mezzo, sia adducendo quelle ad un contatto immediato, il che nell'indicata disposizione può farsi col solo avanzarne una di quel picciol tratto, che è frammezzo, e premerla contro l'altra; ecco che le mani tuffate proveranno la scossa: la quale sarà più o meno sensibile secondo le circostanze, più o meno estesa alle braccia, ec.; minore però sempre di molto di quello riuscirebbe, se i fili metallici procedenti dai rispettivi capi della pila si trovassero fuori dell'acqua, e questi toccasse la persona colle mani; siccome accade anche per la Torpedine, la quale dà le scosse molto più gagliarde fuori, che dentro l'acqua, come già si è detto (§. 61.). Il che prova, che dal fluido elettrico messo in corrente dalla nostra pila nelle or descritte sperienze, oltre quella parte che scorre per l'umida veste, che l'involge, come del pari ne scorre pel cor-

po della Torpedine, che chiude in seno i suoi organi elettrici (§. 60.); oltre il molto dipiù che ne passa pel corto e retto cammino dell' acqua interposta ai due fili metallici pescantivi, e per l'altra acqua circondante largamente essi fili, come egualmente ne passa in abbondanza per l' acqua che circonda la Torpedine immersa; oltre tutte questi ampi disviamenti del torrente elettrico, ne avanza ancora una buona dose, che, come appunto nelle sperienze colla Torpedine medesima, così in queste della pila prende la via meno diretta, e molto più lunga delle mani e braccia della persona, che nel modo indicato tienle tuffate nell' acqua stessa.

§. 63. Un' altra maniera di fare la stessa sperienza, con cui si compiace il Volta d' imitare ancor meglio e gli organi della Torpedine, e il processo della medesima per dare la scossa, è la seguente. Pone egli ritte in piedi, e a lato una dell'altra due pile, ed una al rovescio dell' altra, sicchè ne formino una sola quando se ne uniscano le teste. Queste due pile, e meglio se siano in maggior numero rappresentano così al naturale le colonnette stratificate, ossia tubi ripieni di sottili diaframmi o pellicole sovrapposte ordinatamente le une alle altre: colonnette, che si alzano internamente dal ventre alla schiena di detto pesce, e formano, come si sa, i suoi organi elettrici. Sono tali pile disposte in maniera che un cuojo ben inumidito, che sta sopra le loro teste alquanto sollevato, stabilisce facilmente una buona comunicazione fra loro venendo a combaciarle a dovere, solo che si abbassi un poco. Partono, come nella sperienza precedente i due fili metallici, o lastrette dalle estremità di tal apparato, e vanno a terminare nell' acqua del catino, in cui la persona, che vuol provare la scossa tien tuffate le mani in vicinanza di essi fili, o lastrette, o meglio al contatto. Or questa scossa succede diffatti ogni volta che togliesi la sopra indicata

interruzione, e compiesi il circolo, sia coll' abbassare quel cuojo bagnato, che sia sopra le teste delle pile, tanto che giunga a combacciarle a dovere, sia coll' applicarvi altro buon conduttore. Ognun vede quanto un tale processo di premere ed abbassare detto cuojo umido per far seguire l' indicato combaciamento, e quindi la scossa s' assomiglia a quello, che si presume operare la Torpedine quando mira a lanciare essa pure la scossa, con dare subitaneamente libero corso al torrente elettrico, cui i suoi organi sono atti per se stessi ad incitare e movere, che è di comprimere il dorso, o comechesia stringere e serrare contro di esso e il ventre tali organi elettrici, onde si effettuino i combaciamenti all' uopo richiesti.

§. 64. Se dopo tutto questo facesse ancor maraviglia a qualcuno, che le scariche elettriche, ossia le correnti lanciate sia dalla Torpedine, sia dalla pila entro una massa d' acqua, possano deviare in parte dal tragitto per essa acqua, ed una porzione qualunque prendere la strada, e fare il lungo giro dall' una all' altra mano, che pescano nella medesima; se qualcuno volesse argomentare da ciò, che non sia forse vera, e genuina elettricità nè quella della pila, nè quella della Torpedine: o che tale elettricità si comporti per avventura con leggi diverse da quelle che si osservano nell' elettricità comune: o che all' elettricità si associi in questi fenomeni qualche altro agente, lo convincerebbe tosto dell' errore il Fisico tante volte lodato, mostrandogli, che succede lo stesso anche colle scariche delle grandi bocce di Leyden, e batterie. Ha dunque provato il Volta, che caricate queste a dovere, se scarichinsi sopra i due fili metallici o lastrette che come nelle precedenti sperienze vengano a pescare nell' acqua, in cui una persona tenga le mani tuffate e approssimate rispettivamente a que' metalli, o meglio li tocchi, fanno sentire la scossa più o men valida ad esse mani, alle braccia, ec.

secondo la forza della carica, ed a norma della capacità di esse bocce, e batterie.

§. 65. Fin qui le mani tuffate nell' acqua del catino, e invase da una porzione considerabile del torrente elettrico, spinto sia dalla boccia di Leyden sia dalla pila, e portantesi dall' uno all' altro dei due fili metallici o lastrette che pescano nell' acqua stessa, giungevano al contatto, o a pochissima distanza di codesti metalli: e mirabile pur ne sembrò, che non passasse tutto per l' acqua ad essi dirittamente interposta detto torrente elettrico, ma deviasse cotanto, prendendo a scorrere in non piccola porzione pel lungo e obliquo cammino d' ambe le braccia della persona messasi a tal prova, e portandovi una scossa sensibile. Ora ben più mirabile dovrà apparire, che tale deviazione, e tali scosse succedano anche qualora la persona tenga le mani là entro all' acqua non giustamente frammezzo alle due lastrette o fili metallici pescantivi, e neppure a lato, o vicino ad essi; ma in distanza, fuori cioè della diritta strada, e lungi da essa non poco. Vero è, che quanto maggiore è tal distanza, tanto minor parte del torrente elettrico, che si spande per l' acqua, onde incontrare minor resistenza, arriva alle mani, e scorre per esse, e tanto minore è quindi la scossa, che ne risentono. Ma se la pila è potente molto, o la boccia, che in vece s' adoperi, è grande e caricata fortemente: e se l' acqua del catino trovisi pochissimo conduttrice, qual è quando è pura, senza sali; può aversi ancora una scossa sensibile tenendo le mani entro esso catino lungi dal diritto sentiero, che mena dall' una lastretta metallica all' altra, un palmo e più; la qual cosa, torniamolo a dire, è ben mirabile: mirabilissimo poi oltre ogni credere che succeda ancora la scossa a tale distanza, ove in vece di fili metallici, o lastrette, siano lamine molto larghe, che peschino nell' acqua.

In alcuna di tali sperienze ha il Volta introdotto in una vasca di legno larga un piede circa, e lunga quasi tre, piena d'acqua, due lamine metalliche, che si affacciavano con una superfice ciascuna di 40. e più pollici quadrati, in distanza una dall'altra ora di tutta la larghezza della vasca, or meno, cioè di alcuni pollici solamente. Presentavasi dunque a tradurre il torrente elettrico lanciato o dalla boccia di Leyden fortemente carica, o dalla vigorosa pila, e tendente dall'una all'altra di quelle larghe lamine, presentavasi una colonna d'acqua continua, larga egualmente, cioè 40. e più pollici quadrati; eppure non bastava a tutto trasmettere quel torrente di elettricità, e molto ne scorreva ancora fuori di tale ampia strada, e ne giungeva fino alla distanza da essa di un piede e più, tanto da scuotere sensibilmente le mani quivi tuffate. Qualora poi la scossa riuscisse insensibile alle mani in tanta distanza dalle lamine, per essere o non abbastanza potente la pila, o la boccia di Leyden un poco men carica, o un poco men grande del dovere; non mancavano o la boccia, o la pila di scuotere, e far balzare qualche rana di fresco trucidata, o qualche pezzo della medesima tagliata in quarti, che si tenesse immerso invece delle mani in quell'acqua, a qualunque distanza da esse lamine metalliche, in una parte p. e. della vasca stando queste affacciate fra loro in parti opposte più lontane. Dal che si rende manifesto, che filo di acqua non vi era in tutta quella massa, che invaso non fosse da qualche porzione della corrente elettrica. E con tutto questo non passava ancor tutta la piena con quella prontezza, e facilità, con cui può passare per un filo sottilissimo di metallo; posto il quale in perfetta comunicazione colle due lastre, sia fuori sia dentro l'acqua, ossia tirato dall'una all'altra senza alcuna discontinuità metallica, non sentono più scossa alcuna nè mani, nè rane, in qualunque luogo di quell'acqua trovinsi immerse, an-

che al contatto dell' una o dell' altra di dette lastre, o del filo metallico, che le unisce, quando si fa sopra di esse lastre la scarica elettrica della pila, o della boccia: nulla, dico, risentono le mani, o le rane tuffate, allorchè comunicano fra loro le due lastre per mezzo di un filo metallico anche sottilissimo; a meno che sia la scarica elettrica troppo forte, e capace di quasi arroventare esso filo.

Quanto poco conduttrice è dunque l' acqua, (convien pure ripeterlo) in paragone dei metalli: calcolando da quanto debb'essere più spaziosa la strada nell'acqua, che in un metallo qualunque, per lasciar passare con eguale facilità e prontezza un grosso torrente elettrico, ossia una data quantità di questo fluido in egual tempo, dobbiam dire che sia non centinaja, non migliaja, ma milioni di volte meno conduttrice quella che questi.

§ 66. Simili sperienze alle ora descritte possono farsi come ne insegna l'istesso Volta adoperando invece dei catini, o vasche piene d' acqua, panni, cartoni, od altri corpi imbevutine copiosamente. Applichinsi per esempio ad una tovaglia, o tappeto ben bagnato due piastre metalliche grandi o picciole, come si vuole, in distanza di alcuni pollici una dell' altra, e sopra questa o quelle si erga in piedi una buona pila, o posi una boccia di Leyden ben carica (si può anche far senza di questa piastretta, tenendone luogo sia il primo piattello, o base di essa pila, sia l' esterna armatura di tal boccia); quindi una o più persone applichino le palme delle mani allo stesso panno bagnato, ora frammezzo, e in dirittura di quelle piastre, or fuori di tal direzione, e a diverse distanze: all'atto, che con un arco metallico facendosi comunicare la testa della pila, o l' uncino della boccia a quell' altra piastretta, seguirà la scarica, e avrà luogo la corrente elettrica, che dee passare pel panno bagnato, si proveranno le scosse dalla persona, o persone, che stanno colle mani applicate

al panno medesimo; scosse più deboli a proporzione che tali contatti delle mani si fanno a maggiore distanza dalle piastre; e solo mancheranno a distanze molto grandi, a quelle per avventura di 2. piedi, o più: alle quali, e più oltre ancora, potranno venire scosse delle rane o intiere, o tagliate per metà, o fatte in quarti. Curioso spettacolo sarà, sparse trovandosi quà e là sul panno bagnato, che copra un tavolo intiero, diverse rane, quali trucidate soltanto, e scorticate, quali fatte in brani, dove ambedue le coscie colle gambe, e dove una gamba sola, ec. vederle convellersi, e balzare, qual più, qual meno, secondo che giaciono vicine o lontane alle piastre metalliche applicate allo stesso panno bagnato; veder tali bizzarri movimenti, e convulsioni per ogni scarica elettrica della boccia o dell'elettromotore portata sopra ad esse lastre è un'evidente riprova, che passando dall' una all' altra di contro il torrente elettrico, dee, per incontrare minore resistenza, spandersi per tutto quello strato umido intorno e percorrerne ogni via.

Cotesti pezzi troncati di rana, coteste gambe di fresco recise, e snudate della pelle, e molto più le rane preparate alla maniera di Galvani sono così eccitabili, che poste sul panno bagnato non troppo lungi dall'una o dall' altra piastra, e da qualsisia parte, si convellono, e balzano anche per una debole scarica sopra queste di una picciola boccetta, anche per quella di un Elettromotore di poche coppie metalliche, cioè di quattro solamente piattelli doppj di rame e zinco, di tre, di due, e fino di una sola coppia; e quindi anche nel caso, che non vi siano che le due piastre applicate al panno bagnato, una d' oro, d' argento, o di rame, l' altra di stagno, o meglio assai di zinco, e si facciano queste comunicare per mezzo di un arco metallico qualunque. Nè già solo si riesce in tali prove delle rane tagliate ponendole frammezzo, o a lato delle due piastre

d' argento e zinco sul panno bagnato, o in altra maniera a fior d' acqua, ma anche tenendo e queste e quelle intieramente sott' acqua, nel fondo per esempio di un catino; avvegnachè men facilmente, ed a minore distanza si ottengano in quest' ultima maniera quelle curiose convulsioni.

§ 67. In tutte le sperienze di questo genere abbiam supposto, che l' acqua del catino, e quella di cui trovansi inzuppati la tovaglia, il tappeto, od altro strato qualunque, trovisi sufficientemente pura, com'è l' acqua comune di pozzo, o di fontana. Che s' ella sia purissima, quale la piovana; o la distillata, molto più imperfetta mostrandosi la sua virtù conduttrice, riusciranno vieppiù ampj gli allargamenti per essa, e le deviazioni della corrente elettrica spintavi o dalla boccia carica o dalla pila, e tendente dall' una all' altra delle lamine metalliche poste a combaciamento dell' acqua medesima: per il che accadranno le scosse nelle mani, le convulsioni nelle rane intiere, o tagliate, ec. molto più risentite, ed accadranno sibbene per cariche meno forti. All' incontro se l'acqua tenga sciolto qualche sale, in dose anche picciola, tanto che appena se ne senta dalla lingua il sapore, resa quella con ciò assai più *deferente* (mirabil cosa invero, giacchè i sali concreti, cioè i muriati, i solfati, i nitrati, ec. in istato solido, sono anzi *coibenti*, che deferenti, o deferenti ben più cattivi dell' acqua) offrirà assai più facile, e spedito il passaggio al torrente elettrico, nè lo obbligherà a tante, e sì grandi deviazioni; per il che le mani immerse in tal acqua non rileveranno che scosse di gran lunga più deboli di quelle che si hanno nell' acqua schietta, e solo qualora tengansi entro quel bagno un poco salato, o al contatto, o in grande vicinanza delle lastre metalliche, dall' una delle quali scorre esso torrente elettrico all' altra attraverso il bagno medesimo. Ecco il caso (cade quì in acconcio di

far ciò osservare) della Torpedine nell'acqua salsa marina, cui convien toccare in qualche parte del corpo vicino alla schiena, od approssimarvi almeno la mano o nuda, o armata d'un buon conduttore, se si ha a sentire la scossa: la quale pure riuscirebbe assai più forte in un bagno d'acqua non salsa.

Progredendo in queste sperienze, che si è compiaciuto di comunicarci il nostro Volta, come dicemmo, accrescasi la dose di sale nell'acqua a segno, che se ne senta molto più il sapore, ancorchè ve ne manchi tuttavia non poco al termine di saturazione: allora non più scosse sensibili alle mani tuffatevi, neppure se trovinsi di mezzo alle due lastre, sul diritto sentiero cioè, che mena dall'una all'altra, molto meno se fuori di tale retta strada. In questo caso adunque il torrente elettrico preferendo la via dell'acqua ben salata, più conduttrice che non siano le parti solide, e gli umori delle mani, non le invade nel suo tragitto, come quando l'acqua è semplice, o poco salata, e le schiva piuttosto. Non è già, che una porzione di tal corrente non passi pure per esse mani anche in tal acqua ben salata; ma ella è troppa picciola in paragone della copia di fluido elettrico, che tragitta per quell'acqua più deferente, come ora si è detto; onde non riescono sensibili le scosse per le scariche di bocce di Leyden mezzane, e mediocremente cariche (come sarebbe a 15. o 20. gradi del quadrante-elettrometro), o di pile poco grandi, e poco attive (es. gr. di 40. o 50. coppie di rame e zinco); ma impiegandovi o pile assai più composte e potenti, o bocce molto capaci caricate fortemente, o meglio batterie di bocce, qualche scossa non mancherà di sentirsi, e potrà anco riuscir grave in detta acqua carica di sale. Questo è certissimo, che sarà sempre incomparabilmente meno sensibile, che nell'acqua comune non salata, e massime che nella piovana, o distillata.

§. 68. Avvegnachè entro all' acqua semplice naturale, e meglio entro alla distillata più pura, ricevano le mani nelle sperienze, di cui si tratta, scosse abbastanza forti anche da bocce di Leyden nè molto capaci, nè fortissimamente cariche (ai 20. gradi per es. qui sopra notati), ed anche da pile non gran fatto attive, formate di un numero non molto grande di strati (cioè di 40. 50. 60. coppie di rame e zinco); richiedesi però sempre a dare in tal modo alle mani sott' acqua una scossa di egual polso, o carica molto più forte, o assai maggiore capacità delle bocce, o pila molto più numerosa di strati, che non a darla fuori dell' acqua, altrimenti con cariche, o *tensioni* eguali la scossa riesce di gran lunga più debole: e se ne comprende facilmente la ragione da ciò che si è già detto, e spiegato; cioè che in quelle sperienze una porzione solamente del torrente elettrico passa per le mani, che stanno nel bagno d'acqua, ed il resto segue la strada di essa acqua; laddove in queste senza un tal bagno, tutto il detto torrente non ha altro passaggio, che per le mani.

§. 69. Riguardo alla quale diversità delle scosse portate alle mani nei due diversi modi indicati, e riguardo alle condizioni, per le bocce di Leyden e batterie, sì della capacità loro, che dell' intensità delle cariche, e per le pile, (supposte di buona forma, e in ottimo stato) della loro *tensione* dipendente dalla qualità, e numero de' pezzi onde sono composte, per aver pure qualche cosa di determinato all' incirca, si è fatto il nostro infaticabile e sagace sperimentatore a moltiplicare le ricerche, e ne ha avuto i seguenti risultati.

Una boccia, o giara di vetro sottile, avente un piede quadrato di armatura, fa già sentire qualche scossarella a un dito solo, che o bagnato tocchi immediatamente la di lei armatura esteriore, o vi comunichi per mezzo dell'acqua di una tazza, in cui peschi una lastretta metallica prolun-

gata al contatto di essa armatura, mentre con altra larga lamina metallica impugnata strettamente dall' altra mano ben umida si viene a toccare l' armatura interna, ossia l' uncino, che ne sporge, fa sentire, dico, tentata in questo modo che serve molto bene all' intento come si è già detto altrove (§. 49.), una scossarella al primo nodo di quel dito, se dessa boccia abbia la carica di $\frac{1}{2}$ grado solamente dell' elettrometro a paglie sottili (§. cit.), e per quelle di 4. 6. 8. 10. gradi porta la commozione discretamente forte a tutto il dito, ai carpi di ambe le mani, e fino ai gomiti. Ora la stessa boccia vol esser carica a 5. gradi circa per iscuotere nell' istesso modo il dito, cioè così debolmente che appena si senta, e carica a poco meno di 100. gradi dell' istesso elettrometro a paglie, ossia a 6. circa di quello a quadrante per dare una scossa discretamente forte che giunga ai gomiti, quando nell' altra maniera qui sopra descritta stanno esse mani nell' acqua dello stesso catino, in cui pescano le due lastre, sopra le quali viene a farsi la scarica. Una batteria invece di 10. 15. 20. piedi quadrati di armatura può far sentire eguale scossa, ed anche maggiore alle mani similmente tuffate nel comune catino, caricata a 12. 15. 20. gradi del medesimo elettrometro a paglie sottili. Che se scarichisi toccandola acconciamente, senza che vi sia tal bagno comune, senza cioè l' acqua che faccia comunicazione tralle opposte armature, una carica di 1. grado solo, o poco più darà una scossa discretamente forte, e finalmente basterà per darne una debolissima sensibile appena ad un dito la carica di $\frac{1}{10}$, di $\frac{1}{12}$, di $\frac{1}{16}$ di grado (come ricavasi dai §§. 49. — 51.).

Dietro tali risultati, che ci offrono le sperienze di Volta, eseguite già da qualche anno, e comunicateci non

a molto, possiamo inferire, che per batterie di 100. 150. 200. piedi quadrati di armatura basterebbero le cariche di 3. o 4. gradi per iscuotere nell' istesso modo sott' acqua le mani, e portar la commozione fino alle braccia; quelle di $\frac{1}{3}$ di grado circa per dare l' istessa scossa forte ed estesa senza il bagno continuo; e finalmente di $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{50}$, o $\frac{1}{60}$ di grado per darla in cotesta maniera debolissima, appena sensibile a un dito.

§. 70. Insomma le prove fatte hanno mostrato richiedersi per le bocce di Leyden, e per le batterie, che le cariche o *tensioni* elettriche sieno circa 10. volte maggiori, se hanno a dare alle mani, o ai semplici due diti tuffati nel bagno comunicante ad ambe le armature metalliche, scosse eguali a quelle che danno senza tal bagno continuato: il che ha luogo egualmente per gli Elettromotori. Infatti se pile di sole 4. coppie rame, e zinco interpolate da bullettini ben intrisi di acqua salata possono far sentire una leggerissima commozione allorchè una sola delle estremità di tale pila comunica per mezzo di qualche lastretta o grosso filo metallico coll' acqua in cui pesca esso dito, e si viene quinci a toccare l'altra estremità con un metallo impugnato dall' altra mano, che sia umida; vi vogliono poi pile di 40. coppie circa, per produrre simili debolissime commozioni ne' diti tuffati nell' acqua di un vaso, in cui venga a metter capo, oltre la lastretta procedente da un capo della pila, anche un' altra, la quale poi con un arco conduttore parimente metallico si faccia comunicare all' altro capo della pila medesima: e se le pile di 20. coppie metalliche, di 40. di 60. ec., (sempre inteso, che siano ben costrutte, e in ottimo stato) valgono in quella prima maniera a dare scosse più che mediocri, che si esten-

dono ai carpi, ai gomiti, alle spalle; vi vuole perchè producano altrettanto in quest'altra maniera, che contino 200. 400. 600. coppie, ec.

Questi risultati si sono avuti coll'acque comuni de'pozzi, e delle fontane, non mai scevre affatto di sali. Coll'acqua distillata più pura, e quindi assai meno deferente, abbiam già notato (§. 67.) richiedersi molto meno di carica, perchè le mani, o i diti, o le rane ec. risentano in tale bagno la scossa, che non nell'altro di acqua comune. Or qui diremo, che vuol essere non già 10. volte circa, ma 2. o 3. solamente maggiore la carica elettrica di quella, che si fa sentire senza il bagno. All'opposto coll'acqua ben salata, incomparabilmente più conducevole, come più volte abbiam fatto rimarcare, vi vuole carica assai più forte (ivi): non solo dunque 10. volte maggiore, ma 60. 80. 100. ed oltre. Così, se senza il bagno basta a far sentire qualche scossa a un dito la carica in una boccia di Leyden di un piede quadrato di armatura di $\frac{1}{2}$ grado dell'elettrometro a paglie sottili, e nelle prove col bagno di acqua di pozzo di 2. a 3. gradi (§. 69.), provando coll'acqua pregna di sale, basteranno appena le cariche dell'istessa boccia di 15. a 20. gradi del quadrante elettrometro, che valgono 240. a 320 gr. di quello a paglie.

§. 71. Una cosa, che merita osservazione in queste sperienze delle commozioni portate alle mani, che pescano nella stessa acqua attraverso la quale passa la scarica elettrica, si è, che le braccia vengono per lo più scosse ben poco in paragone delle mani, e massime della parte di esse immersa. La ragione di ciò debb'essere, che non tutta la porzione del torrente elettrico, la quale tragittando per l'acqua invade l'una mano tuffatavi; ma una parte soltanto di questa porzione prende a fare il lungo giro delle braccia per giungere all'altra mano, mentre la più gran parte si porta attraversando largamente

quella e questa mano, e l'acqua di mezzo, per la più corta via dall'un termine all'altro, i quali termini sono le lastre in essa acqua pescanti, nelle sperienze sopra descritte colle bocce di Leyden e colle pile, e in quelle colla Torpedine, i capi de' suoi organi elettrici, cioè la schiena ed il ventre. Da questo torrente di fluido elettrico, che attraversa così l'acqua interposta, affettando più d'ogn'altro il diritto cammino, ma insieme prendendo, per facilitarsi il passaggio, anche altre strade laterali, e oblique, ossia spandendosi molto in largo, come abbiam fatto osservare, viene scossa anche una mano sola, o un dito, che pescando in essa acqua trovisi su una delle vie di tal tragitto, e massime sulla diritta, o su qualcuna delle più vicine. Questa scossa in parità di forza riesce più dolorosa alla mano, o almeno più ingrata di quelle, che provansi quando nelle altre maniere la corrente elettrica fa tutto il giro delle braccia: essa mano è compresa da un certo senso di costrizione, e da un intormentimento, che non può spiegarsi, se non si prova; e questo non resta già confinato alla sola mano, o parte di lei immersa, ma ove il torrente elettrico sia molto grande e poderoso, si estende per consenso più o meno su per il braccio. Che se replichinsi con molta frequenza cotali commozioni, come accade per lo più colla Torpedine, cui non si cessi di tentare, e stuzzicare; e come ad imitazione può farsi anche più facilmente colle pile, nasce nella mano, ed anche nel braccio quel formicolamento, lassezza, e stupore, che ha fatto dare appunto il nome di Torpedine a quel pesce.

§. 72. Colle bocce di Leyden, e batterie può benissimo imitarsi ciascuna commozione, ma non la serie frequente di molte, dovendosi per ogni volta ricaricare esse bocce coll'azione di altri stromenti (con qualche o macchina elettrica ordinaria, od elettroforo), e coll'impiego di un tempo notabile. In ciò solo differiscono l'azione, e

gli effetti delle bocce di Leyden, e batterie, da quelli delle Torpedini, e degli Elettromotori di Volta, i quali per propria forza si caricano, e appena scaricati si ricaricano da se stessi all'istante; ossia tendono continuamente a vomitar fuora da un capo, e ad ingojare coll'altro gran copia di fluido elettrico: con che, ove stabiliscasi una comunicazione non interrotta di conduttori abbastanza buoni, movono, e mantengono una corrente rapida, e incessante, come tante volte si è detto. Ma per ciò che è delle singole scariche momentanee, o a meglio dire limitate ad un tempo brevissimo (nel qual senso abbiamo spiegato (v. l'art.° 3.°), che abbia ad intendersi per momentaneo in qualsivoglia scarica), ogni effetto, ogni accidente è perfettamente eguale, provengano esse scariche da batterie, da pile, da Torpedini; o almeno non ve n'è nessuno di quelli delle pile, che non possa imitarsi colle batterie, come ampiamente abbiam veduto. Que' soli effetti non possono queste imitare, i quali tengono alla continuazione, e durata della corrente elettrica per un tempo sensibile; come il bruciore nelle parti molto delicate (sebbene anche questo possa ottenersi dalle grandi bocce, o batterie, caricandolo a un grado un poco più alto, e rallentandone alquanto la scarica, sicchè duri un tempo notabile, coll'interposizione di qualche men buon conduttore nel circolo): le sensazioni di sapore sulla lingua, ed altre alterazioni ne' corpi vivi, o morti, delle quali parleremo in altro articolo; e quelle più stupende ancora fuori del regno animale, intorno a cui pure ci tratteremo di proposito.

§. 73. Conchiudiamo dunque, che non solo il parallelo delle batterie colle pile, od Elettromotori di qualsisia forma è compito, ma ancora quello delle pile colle Torpedini, come ci mostrò con tante sperienze, ed osservazioni il nostro Volta (*q*).

(*q*) Per nulla detrarre di ciò che è dovuto a ciascuno, dob-

ARTICOLO VI.

Degli effetti, che oltre le scosse, producono gli Elettromotori sopra gli organi animali e particolarmente sopra quelli de' sensi.

§. 74. Ci siamo molto estesi nel confronto delle sca-

---

biamo qui riferire, che simili sperienze, ed osservazioni dirette a paragonare i fenomeni della Torpedine con quelle delle batterie elettriche, molto prima del Volta sono state fatte da Lord Kavendish, e pubblicate da lui in una eccellente Memoria inserita nelle Transazioni Anglicane per l'anno 1776., con cui l'Autore si propone appunto di provare, che la scossa, che dà sott' acqua la Torpedine, e gli altri fenomeni tutti possano imitarsi colle scariche di batterie grandissime caricate debolissimamente; cioè a così piccol grado, che non diano nè scintilla, nè segno alcuno al più sensibile elettrometro, nè possano superare la più picciola interruzione nell' arco scaricatore, e neppure la resistenza, che oppongono gli imperfetti contatti degli anelli di una catena metallica poco tesa, o troppo lunga: accidenti, che accadono pure, come osserva, nelle sperienze colla Torpedine.

Kavendish ripeteva anch' egli la grave scossa, che cagiona una carica di sì debole *tensione*, alla grandissima copia di fluido elettrico, che forma tal carica in una capacissima batteria, e che da questa viene quindi a vomitarsi in brevissimi istanti. L' imperfezione poi dell' acqua a tradurre tale scarica, per cui la corrente di fluido elettrico doveva molto allargarsi entro essa acqua per attraversarla con minor difficoltà, e per cui invadendo le mani, che vi si trovassero immerse entro i limiti di tal espansione, lor cagionava la scossa; cotal imperfetta conducibilità dell' acqua fu da lui molto bene conosciuta, se non anche portata all' eccesso, volendo egli, che fosse l' acqua pura 400. milioni di volte meno deferente de' metalli, e l' acqua salata anch' essa alcuni milioni di volte meno. Il medesimo ideò le sperienze di far entrare nell' acqua di un gran catino due verghe, o lastre metalliche,

riche, e correnti elettriche provenienti dalle batterie, e

per provare se scaricando sopra queste la grande batteria debolissimamente carica, la mano, o mani immerse in quell' acqua in vicinanza di essi metalli verrebbero scosse, come lo sono dalla Torpedine parimenti sott' acqua; e il successo corrispose all' aspettazione. Finalmente ad oggetto di una miglior imitazione, almeno in apparenza, costruì, e pose nell' acqua, una certa qual figura del pesce, di cui si tratta, fatta di corame, o simile altra materia poco conduttrice, e portante due laminette, o scudetti metallici, uno sul dorso, l' altro sul ventre, ai quali venivano a terminare le indicate due verghe metalliche. A questa macchinetta dunque, che gli piacque di chiamare *Torpedine artificiale* (che però non rassomigliava alla naturale intrinsecamente, nè per alcuna virtù, od azione sua propria, di cui gode questa), se portavansi le mani al contatto, o solamente in vicinanza sott' acqua, oppure se fuori dell' acqua toccavansi le dette armature, o scudetti metallici, si avevano le commozioni qualunque volta si scaricasse sopra le dette verghe metalliche la batteria carica nel modo che si è detto: le quali commozioni non lascia l'Autore di notare, che riuscivano molto più forti fuori, che dentro l' acqua, come accade anche colla Torpedine vera, ec.

Tali sperienze ed osservazioni di Kavendish, che procedettero di tanti anni quelle analoghe di Volta, e fornirono a questi, come pare, de' lumi, sono invero molto belle, ed instruttive, e fanno grand' onore alla sagacità del celebre Fisico Inglese; ma esse mancavano ancora di quel molto, che a compimento vi aggiunse il nostro Italiano colla scoperta dell' Elettro-motore, e coll' applicazione di questo maraviglioso stromento alla spiegazione vera, o almeno probabilissima de' fenomeni della Torpedine, non che all' imitazione più perfetta, e compita de' medesimi. Quanto in fatti vengono meglio imitati questi fenomeni, sostituendo alle bocce di Leyden, o batterie che inattive per se stesse, debbono per ogni prova caricarsi, e prendere sempre tal carica dall' azione più o men lunga di una potenza esterna, sostituendovi detto apparato Elettro-motore, il quale agisce per propria forza, e sempre carico, sempre pronto a dare le scosse, può replicarle coll' istessa frequenza della Torpedine, e maggiore

dagli apparati Elettro-motori, perchè oltre allo schiarire

ancora? E quanto l'istesso Elettro-motore, che sia costrutto a colonne, o pile, non rassomiglia eziandio per la forma agli organi elettrici meravigliosi di quel pesce singolare? Ciò, che c'induce vieppiù a credere, che sia anche in fondo, cioè quanto all'esenziale costruttura il medesimo, cioè, che la sua virtù ed attività venga dal principio generale stabilito da Volta, il quale è, che conduttori diversi posti a mutuo contatto sono anche *motori* di elettricità: il che ritenuto, è facile supporre, che le laminette, o pellicole sovrapposte le une alle altre in gran numero nelle molte colonnette, o tubi, di cui son composti tali organi elettrici differiscano tra loro in guisa che due, e tre sostanze diverse si succedano alternativamente compresovi anche qualche umore, da cui sieno interpolate due a due, in somma trovinsi disposte nell'ordine conveniente, come appunto son disposte le doppie laminette metalliche, e interpolate da un terzo conduttore diverso nelle pile: alle quali pile si comprende ora come bene converebbe il nome di *organi elettrici artificiali* proposto da Volta.

Ritornando all'esperienze di Kavendish più limitate, come dicevamo, di quelle del nostro Professore, ma però originali, istruttive, e che hanno incontrastabilmente il merito della priorità, soggiungeremo, che facendo egli delle medesime, e di molte osservazioni a proposito, quell'applicazione che potea ai fenomeni della Torpedine, veniva finalmente a conchiudere, che per ispiegarli sufficientemente basta supporre, che a quella parte del di lei dorso, a cui corrisponde un capo degli organi elettrici ch'ella chiude in corpo, abbordi ad un tratto, e s'affolli, nel momento cioè che essa Torpedine si fa a dare la scossa, una grandissima copia di fluido elettrico, il quale si sforzi di uscirne fuori tendendo verso il ventre, a cui corrisponde l'altro capo di essi organi scarseggiante in quell'atto stesso, ossia elettrico in meno; oppure inversamente: che tal sforzo, o *tensione* però sia debole al segno, che non valga a superare una picciolissima interruzione nell'arco conduttore, ossia a gettarsi di salto ad una sensibile distanza; ma che nondimeno supplendo la quantità all'intensità possa quel fiume elettrico sì copioso scuotere le mani, ec., in cui s'imbatte, e per cui scorre e trapassa; come ha fatto vedere, che le scuote

alcuni punti finora poco intesi di elettrometria, un tal confronto porta l'ultima convinzione, che tutta l'azione di questi apparati (chiamisi pur *galvanica*, che poco finalmente importa del nome) consiste in una vera, genuina, e semplice elettricità: in quella elettricità, la quale esperienze dirette dimostrano eccitarsi pel solo mutuo contatto

---

la egualmente debole, ma copiosa scarica della gran batteria. Intorno alle quali cose, come anche riguardo al dilatarsi cotanto la corrente elettrica, e battere si larghe vie nel tragitto per l'acqua, e per altri corpi umidi, appunto per essere tal corrente sì copiosa, e que' conduttori molto imperfetti, vedesi com'egli ha prevenuto il Volta il quale è in tutto ciò perfettamente d'accordo con lui, ossia ambedue son d'accordo coll'esperienza.

Ma come poi, e per quale virtù e forza si faccia subitamente una tale e tanta accumulazione, e condensamento di fluido elettrico a quella o questa estremità di detti organi della Torpedine, ed una corrispondente vacuità all'estremità opposta, non pretende esso Kavendish di conoscerlo, nè si fa pure a cercarlo nella citata Memoria; lo scopo della quale è solamente di provare che coll'elettricità possono tutti spiegarsi i fenomeni della Torpedine, ed imitarsene perfino con macchine elettriche artificiali, cioè colle batterie, i principali accidenti. Nulla dunque c'insegnò Kavendish riguardo l'origine, ossia causa di questa prodigiosa elettricità della Torpedine, e neppure qual giuoco e funzione vi esercitino gli organi di lei detti elettrici; nulla gli altri Fisici colle tante, e sì varie loro ipotesi, le quali anzi servirono più a confondere, che a rischiarare la cosa. Era riservato al Volta lo scoprire quel nuovo principio di elettricità, seguendo il quale costrusse il suo Elettro-motore, ossia la pila, a cui tanto si rassomigliano, come si è veduto, i detti organi della Torpedine, ec. È egli dunque il primo, e il solo, che ha dato una spiegazione compita, o almeno soddisfacente di tutti i fenomeni di quel pesce mirabile (siccome pure degli altri dotati della medesima virtù, e chiamati elettrici), e dell'azione elettrica risedente ne' soli organi a ciò addetti, e risultante dalla loro struttura, simile cotanto ripetiamolo a quella delle pile, ec.

di conduttori diversi, singolarmente metallici. Codesta elettricità si è veduto infatti, col parallelo delle batterie caricate agli stessi gradi, essere più che sufficiente a produrre i così detti *fenomeni galvanici*, segnatamente le commozioni; le quali, convien pur dirlo ancora, solo per mancanza di cognizione de' principj di elettrometria, hanno potuto sembrare troppo forti in paragone degli altri segni elettrici: solo perchè non si è saputo, o non si è considerato, che anche le bocce di Leyden molto capaci, e meglio le grandi batterie possono dare scosse gagliarde con cariche debolissime, e fino insensibili al più delicato elettrometro: e che appunto a batterie d'immensa capacità debbano paragonarsi gli Elettromotori Voltiani per riguardo alla durata della scarica, ossia continuazione della corrente elettrica. Conviene ora trattenerci un altro poco intorno all'efficacia di tal corrente elettrica continuata nel dare le commozioni, e alla gravezza di queste, prima di passare a considerare particolarmente anche altri effetti della medesima sopra diverse parti del corpo animale, e singolarmente sopra gl'organi de' sensi: ciò che formerà il soggetto principale del presente articolo.

§. 75. Cotesta efficacia in produrre scosse, eccitare contrazioni muscolari, e moti convulsivi, si rileva già dalle sperienze galvaniche propriamente dette, cioè da quelle prime, in cui non s'impiegavano che due pezzi metallici applicati un quà l'altro là ad alcuni punti de' nervi o muscoli dell'animale, e fatti quindi comunicare tra loro, o immediatamente, o per mezzo di un terzo metallo qual arco conduttore. In queste sperienze del primitivo galvanismo bastava a convellere i membri di una rana, o i muscoli di altro animale anche grande, i quali si trovassero convenientemente spogliati degli integumenti, o meglio presentassero a nudo i loro nervi, bastava, come si è veduto, che i due metalli applicati fossero di specie diversa.

Per una rana poi molto vivace e preparata di tutto punto alla nota maniera di Galvani bastavano anche due pezzi di metallo della medesima specie, resi soltanto per qualche o interna od esterna modificazione eterogenei. Che se adopravansi a tal uopo due metalli fra i più diversi sotto questo rapporto, e quindi più attivi, quali sono l'oro, o l'argento affrontati allo stagno, e molto meglio allo zinco, in tal caso anche una rana trucidata sibbene, ma nè sventrata, nè scorticata pure, un'anguilla similmente intiera e intatta, una sanguisuga, un lombrico, ec. quegli animali insomma, i cui muscoli e nervi inservienti al moto sono coperti da pochi integumenti, da sottil pelle irrorata abbondantemente da umore interno, e bagnata anche al di fuori, tutti questi, ove venissero applicati convenientemente a diverse parti del loro corpo i detti due metalli a foggia di armature, e vi si portasse indi la necessaria comunicazione con un arco metallico qualunque, onde compire il circolo, venivan presi da convulsioni più o meno violente. Or qual è mai il grado di *tensione elettrica*, che induce il contatto dell'oro o dell'argento collo zinco? Il nostro Volta ce lo ha mostrato (v. il 2.° Articolo): egli è appena di $\frac{1}{60}$ di grado del suo elettrometro a paglie sottilissime: e quale quella dell'istesso oro od argento collo stagno? Quasi della metà minore: sicchè può valutarsi di $\frac{1}{100}$ di grado. Eppure, una sì picciola *tensione*, di cui appena si può aver segno al più delicato elettrometro coll'ajuto di un buon Condensatore, è valevole a convellere muscoli, e scuotere membri intieri di animali anche grandicelli in una maniera così marcata. La cosa è invero maravigliosa, e sarebbe affatto inconcepibile, se oltre alla considerazione della somma eccitabilità delle fibre nervee e muscolari allo stimolo elettrico, non si facesse ancora ri-

flesso, che una tal debole *tensione* sostenendosi costante, e persistendo sempre, move di continuo, e mantiene una corrente elettrica pur incessante, la quale porta nei molti successivi istanti, di cui è composto un tempo anche brevissimo, che noi non sapremo misurare, altrettante successive impressioni sugli organi, che tragittando attraversa, ciascuna delle quali per se sola sarebbe per l'estrema debolezza impercettibile, ma che accumulate, confuse in certo modo in una impressione sola riescono sensibili.

Questa spiegazione, che abbiamo già data con maggiore ampiezza, e corredo di prove non meno, che di riflessioni in uno de' precedenti articoli, essendo caduto in acconcio di presentarla qui di nuovo in succinto, e parendoci di somma importanza, nè da altri prima del Volta, a cui la dobbiamo essendo stata proposta e sviluppata, speriamo, che non ci si farà carico di una tal ripetizione.

§. 76. Or s' ella è tanto efficace la corrente elettrica mossa e mantenuta dalle debolissime *tensioni* di $\frac{1}{60}$ o di $\frac{1}{100}$ di grado, quali son quelle, che nascono dal contatto di un solo pezzo di argento con uno di zinco, o di stagno, ossia da un apparato *Elettro-motore* (che tale egli è veramente) *semplicissimo*; quanto più efficaci avverrà che sieno le correnti mosse pur di continuo da apparati composti di una serie ordinata di simili coppie metalliche interpolate da buoni conduttori umidi; s' egli è pur vero come si è detto, e provato diffusamente (nell' articolo 2.°) che la *tensione* elettrica è proporzionale appunto al numero di esse coppie? Lo saranno a segno, che basteranno a scuotere alcun poco un dito delle nostre mani intinto nell' acqua, 3. 4. o 5. coppie al più di zinco e argento, od anche di zinco e rame: così è una pila formata di 4. soli articoli, o gruppi, ciascuno di rame, zinco, e cartone im-

bevuto d'acqua salata, la *tensione* della qual pila giunge al più ad $\frac{1}{16}$ di grado del solito elettrometro a paglie può far sentire qualche commozione a un dito, come notato già abbiamo in più d'un luogo: quelle poi composte di 10. 20. 30. ec. simili gruppi, con che la *tensione* elettrica non arriva ancora, o appena ad $\frac{1}{6}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ di grado ec. faran sentire la commozione a membri, e corpi intieri di animali anche i più grossi, senza punto averne snudati nervi o muscoli, senza alcuna preparazione di parti; alle mani, e braccia di una o più persone; ne convelleranno i muscoli della faccia, se si facciano questi entrare nel circolo, ec.

§. 77. Giudichisi pertanto degli effetti, che potranno produrre apparati più grandi, come di 60. 80. 100. gruppi, la *tensione* dei quali Elettromotori arrivando ad 1. grado e più, è già sensibile all'elettrometro a dirittura senza l'ajuto cioè del Condensatore. Non ci maraviglieremo dunque, che le scosse allora veementi si estendano alle spalle, al petto, ed anche a tutto il corpo di una o più persone; e che assoggettandovi de' piccioli animali, es. gr. lucertole, rane, uccelletti, si giunga in breve tempo ad ucciderli. È curioso il vedere come le rane ai primi colpi, che loro si danno cogli alternati toccamenti di una assai forte pila, si dibattono, e gonfiano prodigiosamente; e ai successivi colpi, oppur sotto l'azione continuata della corrente elettrica di essa pila, si sgonfiano, si stirano, e in pochi momenti muojono, ridotti i loro muscoli sì flosci, e inerti, che nulla più si mostrano eccitabili agli stessi stimoli elettrici più gagliardi (a differenza dei muscoli degli stessi, o di altri animali, che siano stati trucidati, o colpiti da altra morte violenta; giacchè in tal caso rimangono essi muscoli lunga pezza ancora atti a convellersi per alcuni stimoli, e massime per l'elettrico, ch'è il più efficace di tutti), e

pendono ad una pronta corruzione. Lo stesso era già stato osservato avvenire ad esse rane, e ad altri animali, condotti a morte da una, o più scariche elettriche di grandi bocce di Leyden. Ciò prova, che quell' azione poderosa dell' Elettro-motore, egualmente che questa delle bocce, quand' anche non cagioni uno sfacello, od un' intiera disorganizzazione, col portare un eccitamento agl' organi dell' animaletto al di là di quello possono essi sostenere, non solamente ha tolta a lui la vita, ma esausta e consunta in sì breve tempo ogni vitalità.

Dobbiamo queste sperienze, ed osservazioni sulle rane uccise coll' azione della pila particolarmente al Professore Brugnatelli di Pavia, che le ha comunicate già da qualche anno al suo collega, ed amico Volta (*r*).

(*r*) Considerando questa azione de' grandi apparati Elettro-motori, questi strepitosi effetti sopra animali intieri e intatti, piccioli e grandi, dee pur cader molto di quel meraviglioso, che presentano a prima giunta le sperienze riportate, e descritte da Aldini nelle sue opere, che abbiam citate fin sul principio: sperienze fatte da lui sopra buoi, ed altri grossi quadrupedi di fresco trucidati, sopra uomini decapitati per mano della giustizia, come altresì sopra alcuni morti per diverse malattie; da quali tutti ottenne coll' azione di una forte pila le più strane convulsioni, e sbattimenti strepitosi. Che dico diminuirsi la maraviglia, dee cessare del tutto, riflettendo quanto più facilmente, e più forti si eccitino tali convulsioni spasmodiche, ove i conduttori della corrente elettrica vengano applicati non alle parti esterne del corpo coperte dalla cute o asciutta, o poco umida, ma o a queste spogliate de' loro integumenti, o meglio a parti più interne, alle vive carni succose, alla sostanza medesima de' nervi, alla spinal midolla, ec. conforme praticava Aldini in cotali sperienze; riflettendo particolarmente come di questa maniera bastavano già nelle antiche sperienze galvaniche due soli metalli che fossero diversi a produrre grandiosi effetti. Adunque se questi due soli applicati al vivo delle carni, a muscoli cioè bene suu-

§ 78. Venendo ora alle impressioni portate dall' azione

dati, succosi, e stillanti, vi eccitano all' atto di compiersi a dovere il circolo (nel quale si tocchino essi metalli immediatamente) delle contrazioni più o men forti, fortissime poi, e tali da convellere, e far balzare tutto un arto, ove trovinsi tali metalli applicati, l' uno a muscoli flessori, od estensori, l' altro a rispettivi nervi messi a nudo, come fu mostrato fin dalle prime semplici sperienze di Galvani, ripetute in molte guise da Volta, e da altri (§. 2. nota *(a)*); se dico, con una sol coppia di metalli diversi, quali adopravansi in quelle originali, sperienze, si era già ottenuto tanto, cosa non dovevamo aspettarci dai nuovi apparati Voltiani composti di molte di tali coppie metalliche, e attivi in ragione del loro numero, come vien comprovato da tante sperienze, e fino dall' elettrometro; da questi apparati, che danno scosse sì valide alle braccia, e al corpo intiero e intatto, sia dell' uomo, sia di qualsivoglia grande animale, e giungono fino ad uccidere i piccioli. Cosa non dovevamo aspettarci, allorchè si venisse ad applicare le estremità di codesti apparati cotanto attivi, o degli adattati conduttori da quelle procedenti alle parti fresche e vivaci di membri appena troncati, sopra i nudi muscoli e i nervi al luogo medesimo della ferita, sopra la midolla spinale, ec.? Certamente tutto quello, che ha ottenuto Aldini in tali sue sperienze, che decanta, e a cui dà tanta importanza, non supera la giusta aspettazione, e non merita che se ne faccia un sì gran caso. Or dunque quanto ci descrive, le contorsioni spaventose degli occhi, e della bocca ne' teschj umani recisi, le convulsioni di quasi tutti i muscoli della faccia, lo sbuffar delle narici nelle teste de' buoi, e nel tronco l' inarcarsi del dorso, o del petto, il gonfiar del ventre, il pulsare de' fianchi, lo sbattere frioso di gambe, ec. sotto l' azione vigorosa de' grandi apparati Elettro-motori, offrono bensì uno spettacolo tetro insieme, e curioso, sorprendente ancora per molti, ma nulla insegnano di nuovo: molto meno provano alcuna cosa in favore o della già pretesa *elettricità animale* o del Galvanismo, nel senso, che vorrebbe dargli Aldini, diverso da quello del nostro Volta; altro non essendo, che i fenomeni noti già da un pezzo, che si ottenevano col semplice metodo di Galvani, cioè coll' applica-

incessante degli apparati Elettro-motori sugli organi dei

zione di due soli metalli fra loro diversi: fenomeni ingranditi ora a norma della maggore attività del nuovo apparato Voltiano composto di molte coppie di tali metalli, onde provano anzi tutto il contrario di quel che vorrebbe esso Aldini, provano cioè, che da questi metalli e non dagl' organi animali viene incitato, e mosso il fluido elettrico, o galvanico che voglia dirsi: fenomeni infine, che possono imitarsi perfettamente colle scariche di grandi bocce di Leyden, o batterie caricate a eguali gradi della pila.

Il che non lascia più nulla a desiderare, per compimento delle prove e delle spiegazioni date da Volta, e mostra il niun bisogno di ricorrere per codesti fenomeni ad altra causa, od agente; bastando a tutto cotal elettricità manifesta della pila, ossia la corrente di fluido elettrico incitata, e mantenuta dall' azione continua di questo apparato Elettro-motore; la qual corrente invade, penetra, e stimola fortemente quelle parti interne dell' animale ancor dotate di molta vitalità, segnatamente i nervi e i muscoli de' moti volontarj che più a lungo la conservano, e meglio obbediscono, come sappiamo, a tale stimolo elettrico.

Torniamo a far riflettere, che in queste imponenti sperienze adoperò Aldini per lo più pile assai potenti, composte cioè di 100. circa coppie metalliche, atte quindi a dar segni a dirittura all' elettrometro a paglie di quasi 2. gradi, a vibrar scintillette, ec. Ora con tali cariche, ossia *tensioni elettriche* di circa 2. gradi, ed anche minori, abbiam veduto quali violenti scosse possano dare, tanto una assai capace batteria, che impiega molti istanti a scaricarsi (§. 20. e seg.), quanto una pila, la cui scarica è ben più lunga ancora, cioè interminabile la corrente elettrica, ch' ella move, come lo sarebbe quella di una batteria d' infinita capacità. È dunque sufficientissima tale elettricità della pila a produrre tutti que' moti convulsivi ne' tronchi membri, e cadaveri, che ci descrive Aldini; e che, per essere gagliardi, e spaventosi in animali sì grandi, non sono in fondo diversi da quelli, che si ottenevano già ne' piccioli, nelle rane, ec. Essi dunque (giova ripeterlo) non provano in alcun modo, e neppure lascian luogo a sospettare, che oltre all' elettricità mossa dalla pila, elet-

sensi, egli è ben naturale, che anche queste riescano, non altrimenti che quelle portate sugli organi del moto, che abbiam considerate fin qui, tanto più forti, quanto cotali apparati trovandosi composti d' un maggior numero di gruppi (ossia coppie metalliche ben assortite, col rispettivo strato umido fra coppia e coppia) mostransi più attivi. Così dunque le sensazioni di sapore sulla lingua, e di chiarore negli occhi, che già otteneansi con due soli metalli, i quali fossero abbastanza diversi, applicandoli ne' dovuti modi, conforme avea scoperto, ed insegnato il nostro Volta, riescono più vive e intese adoperando un apparato formato di 2. 3. 4. ec. di tali coppie metalliche, o gruppi; non però vengono ingrandite a proporzione, nè quanto si sarebbe potuto aspettare. Che se quest' apparato sia, per un buon numero di dette coppie più che discretamente attivo, la sensazione di sapore sull' apice della lingua confondesi facilmente con quella di un vivo pizzicore, o dolor pungente, accompagnato da scossa alla lingua medesima.

§. 79. Per ciò che è del bruciore nelle altre parti delicate, e sensibili del corpo, esso tarda più o meno a farsi

---

tricità vera e genuina, v' intervenga un altro *agente*, che dicasi poi *galvanico*. E qual sarà altronde questo nuovo agente, a cui inutilmente si ebbe ricorso da parecchi Fisici, e si ricorre ancora da Vassalli e da Aldini (v. nota *(d)*), e che si associa senza bisogno all' elettrico? Ve lo dicano essi medesimi, i quali ammettendo (ora finalmente, che non può più negarsi, perchè resa così manifesta) l' *elettricità* metallica nel senso di Volta, cioè mossa dal mutuo contatto di conduttori diversi, singolarmente metallici, sostengono aver luogo ed agire ne' fenomeni di cui si tratta, oltre questa, anche un certo *fluido* galvanico. Noi certo non sappiamo cosa più intendano, Aldini singolarmente, per Galvanismo, se, come pare, si diparte il medesimo anche dalle prime idee di Galvani, e sue, di un' *elettricità animale* (§. 7. e nota ivi), e forse non lo sa bene egli stesso.

sentire, se l' apparato non contiene più di 12., 15 o 20 coppie di rame e zinco, o se, contenendone anche un maggior numero, gli strati umidi interposti non sono abbastanza buoni conduttori, o per non essere es. gr. sufficientemente inzuppati i bullettini della pila, o per esserlo di acqua semplice non salata, o per esserlo di acqua semplice non salata, e se la pelle, a cui si fa toccare un'estremità di esso apparato, è asciutta troppo. Applicando per esempio a qualsisia parte del volto un capo della pila, od un conduttore metallico procedente da esso capo, mentre con una mano umida, o meglio con ambedue, si mantiene la conveniente ampia comunicazione col capo opposto, spunta tosto, se la pelle trovisi abbastanza molle, umida di sudore, o meglio bagnata, se no, dopo alcuni secondi solamente, spunta un più o men vivo bruciore sulla parte del volto toccata, secondo che questa è la palpebra, il naso, la fronte, la guancia, o il mento; e nell' istesso tempo appare negl' occhi un chiaro fulgore, o come un cerchio luminoso, tanto più vivo, quanto la parte del volto toccata è più vicina all' occhio, e molto più ancora se sia il bulbo medesimo dell' occhio.

§. 80. Questo fulgore, o lampo è passaggiero, rinnovandosi però leggermente qualunque volta s'interrompa ad un tratto la comunicazione, ossia il circolo: il che accade per un riflusso della corrente elettrica subitaneamente arrestata per tal interruzione. All' incontro il bruciore continua, e si fa anzi più intenso e penetrante, persistendo nel contatto, finchè la corrente elettrica non venga interrotta. Che se la pila sia di 40. o più coppie di rame e zinco, e nel miglior ordine per ben agire, il bruciore simile a morsicatura si fa sentire all' istante ancor che sia asciutta la pelle del volto toccata; ed alla prima è già così rabbioso, che la durata ne diviene insopportabile. Compajono anche, continuando o ripetendo più volte la prova, in breve tem-

po delle macchie rosse più o meno larghe sulla pelle così irritata, e fino de' bottoncini, in modo che si ha presso a poco l'effetto di un rubefacente. Finalmente se la parte, non che aver la pelle molle, o bagnata, ne sia spoglia, sicchè appaja a nudo la carne viva, se sia tocca da ferita, o piaga, se vi si trovi qualunque più picciola lacerazione, allora siccome una coppia sola di metalli ben assortiti, ed applicati convenientemente basta già ad eccitarvi un bruciore più o men vivo, e pungente (§ 2.), così poi non è meraviglia, che un apparato composto di più coppie vi cagioni dolori acutissimi, ed uno spasimo insoffribile.

§. 81. È cosa in vero curiosa, che il bruciore cagionato dall' estremità della pila, che manifesta l' *elettricità negativa*, cioè che tira a se il fluido elettrico, sia molto più forte, e penetrante di quello che cagiona l' estremità dotata dell' *elettricità positiva*, ossia che caccia avanti esso fluido; laddove per le sensazioni di sapore è tutt' al contrario, riuscendo assai più vivo, e intenso il *sapor acido dell' elettricità positiva*, che *l' alcalino della negativa*. Cotal differenza nel bruciore, ossia dolor piccante prodotto dall' una, o dall' altra estremità della pila, va oltre al doppio, e al triplo, sebbene la *tensione elettrica* sia di egual forza, giudice l' elettrometro, ed eguale quindi la velocità della corrente, che sorte dall' un capo, ed entra nell' altro. Del resto anche nelle altre sperienze di elettricità colle ordinarie macchine, bocce di Leyden, ec. si prova, che le scintille sono più piccanti e dolorose alle parti del nostro corpo, ove ne sortano, che ove vi entrino. E qual ne è mai la cagione? Questa tiene a qualche legge dell' economia animale, che non conosciamo, onde ci è impossibile di dare una spiegazione adeguata del fenomeno, di cui si tratta; e le congetture, che potremmo formare, son troppo vaghe, e incerte.

§. 82. È pur difficile a spiegarsi quest' altro fenomeno

dell' elettricità applicata alla macchina animale che abbiam già avuto occasione di accennare, cioè che la commozione prodotta ne' membri, che fanno tutto, o parte dell' arco conduttore dall' una all' altra estremità dell' apparato Elettromotore, sia istantanea, e passaggiera, malgrado che continuando la stessa comunicazione, ossia mantenendosi compito il circolo, continui pure la corrente elettrica coll' istesso tenore. E come dunque convellonsi tanto fortemente le fibre irritabili de' muscoli massime volontarj alla prima invasione di tal corrente, e nulla in seguito, continuando pur ad esserne percorse? Come, e perchè, dopo la prima contrazione si rilasciano que' muscoli, nè più si contraggono sotto l' istesso potente stimolo elettrico, che non cessa d' investirli? I nervi sensibili del gusto, e del tatto rispondono alla continuazione della corrente elettrica colle rispettive sensazioni di sapore, e di dolore, continuate, ed anzi crescenti, come abbiam veduto. Perchè, torniamolo a domandare, le commozioni, o contrazioni de' muscoli del moto, sottoposti alla medesima corrente elettrica continua, nè durano, nè si rinnovano frequenti a guisa di tetano, ed è mestieri per farle ricomparire, che s' interrompa ciascuna volta, e si chiuda di nuovo il circolo conduttore? Non si risentono dunque in alcun modo tali organi, ossia muscoli del moto, per la continuazione della corrente elettrica, anche la più copiosa e rapida? Non si può dir questo: giacchè sebbene non compajano, dopo la prima, altre commozioni marcate, si eccita però, quando l' apparato Elettro-motore è de' più attivi, un certo fremito, o costrizione ne' membri sottoposti alla sua azione, che dura senza rilascio, e cessa soltanto col rompere il circolo, ed arrestare la corrente elettrica. Anzi da tale eccitamento continuo soffrono non che i nervi muscolari de' moti volontarj, ma tutti gli organi vitali a segno, che se sia quello forte abbastanza, venendo da

una bona pila di 100. o più gruppi; le rane ed altri piccioli animali non possono sostenerlo, e rimangono in pochi momenti privi di vita non solo, ma spogliati ben anche d'ogni resto di vitalità, come abbiam poco sopra veduto (§ 77.).

§ 83. Ma anche la corrente men rapida di un apparato composto di poche coppie metalliche non lascia di alterare alla lunga insignemente, ed in un modo singolare quelle stesse parti, che dopo la prima commozione parea che nulla più soffrissero. Valga per molti un solo esempio, che ci fornisce il tante volte lodato nostro Volta. Pone egli le gambe di una rana tagliata per mezzo il corpo a cavalcione di due bicchieri pieni di acqua, e gli introduce nel circolo di uno de' suoi apparati a corona di tazze, in numero di 20. o 30. Al chiudersi di questo circolo, tosto quelle gambe balzano con grand'impeto a segno di slanciarsi quasi intieramente fuor de' bicchieri, dopo il qual primo salto non ne danno più, nè manifestano alcuna commozione violenta se non vengasi come che sia ad aprire e chiudere di nuovo il circolo. Rimanendo dunque quiete nella lor acqua, pare che nulla soffrano dalla corrente elettrica, che pur continua ad attraversarle. Ma se in tal posizione rimangono una mezz'ora circa, succede, che non si convellano più, più non vibrino salto, come già faceano al rompersi e chiudersi alternativamente il circolo. Han dunque perso in sì breve tempo l'eccitabilità, di cui godevano, ed è la corrente elettrica continuata, che loro l'ha fatta perdere: ma ciò che reca maraviglia si è, che l'hanno persa soltanto relativamente ad essa corrente, che le attraversi nella stessa direzione, giacchè se questa invertasi rivoltando i bicchieri, o le gambe della rana, in guisa, che quella che pescava nel bicchiere a destra, or peschi nel bicchiere a sinistra, onde vengano ora percorse dalla corrente elettrica in senso contrario, ecco che alla

prova manifestano di nuovo le più forti convulsioni, e balzano presso a poco come al principio. Soffrano ad esso in questa nuova posizione la corrente elettrica continua per altra mezz' ora circa, saran rese quelle gambe inabili ad esser più eccitate per tal direzione di essa corrente, ma avranno invece riacquistata l' eccitabilità nel senso opposto. Un tale processo, che induce una specie di paralisia in que' membri, e ne toglie un' altra in certo modo contraria, prodotta precedentemente ne' medesimi, un tal giuoco può ripetersi alternativamente un gran numero di volte per ore, ed ore, finchè venga estinta per tutti i versi ogni eccitabilità coll' intiera disorganizzazione o corruzione avanzata di tali membri. Quanti lumi da questo, e da altri molti fenomeni, una parte solamente de' quali abbiamo fin qui indicato, per la Fisiologia, Patologia, ec....!

§. 84. Abbiamo poco sopra (§. 79.) accennato che applicando ad una qualsivoglia parte del volto immediatamente, o mediante qualche adatto conduttor metallico, un capo della pila (lo stesso intendasi dell' apparato a corona di tazze) in tempo che l' altro capo comunica a dovere con una, od ambe le mani umide, si eccita in un colla sensazione di dolore più o men piccante, anche quella di un lampo, o fulgore passaggiero, più debole sì in ragione che la parte toccata è più lontana dall' occhio, ma pur sensibile in qualunque punto della faccia succeda il toccamento. Aggiungeremo qui, che fatto questo anche sotto il mento, e fino ad alcune parti della gola, e del collo, non lascia di far comparire qualche barlume. Che se tocchisi la lingua, od altra parte interna della bocca, o meglio un pezzo di metallo tenuto fralle labbra, fra denti, o contro le gengive e la mascella, il fulgore si eccita così vivo, che poco più sarebbe se si toccassero le parti vicinissime all' occhio, o il bulbo medesimo. Il che non recherà gran

meraviglia, se si rifletta alla miglior comunicazione di esse parti interne della bocca con quelle dell' organo visivo, e de' suoi nervi, che non delle esterne anche più vicine, e che di questa maniera si ottenea già il lampo senza il nuovo apparato composto, col semplicissimo cioè di una sola coppia di argento e zinco, applicando l' uno e l' altro metallo a dette parti interne della bocca, e adducendoli poi al contatto fra loro.

§. 85. Al qual proposito faremo col nostro Volta osservare, che anche una capacissima batteria caricata al segno medesimo dell' Elettro-motore, sia da un contatto di questo stesso, sia da alcuni giri di una macchina elettrica ordinaria, o da un certo numero di scintille di un elettroforo, caricata per esempio a 1. grado circa dell'elettrometro a paglie sottili, fa provare scaricandola, non che sopra il bulbo dell' occhio, le palpebre, le tempia, o altra parte vicina all' occhio medesimo, ma sopra la lingua, la punta del naso, ec., oltre il pizzicore al luogo toccato, un qualche sentore di luce, o baleno; le quali sensazioni se sono più deboli, egli è perchè la scarica della batteria non dura quel tempo, che si richiederebbe per ottenerle forti come dagli Elettromotori, che scaricansi e ricaricansi incessantemente, intorno a che abbiam ragionato lungamente negli articoli precedenti.

Ed ecco come anche questo fenomeno del lampo, che alcuni han creduto proprio soltanto delle pile, e preteso trarne argomento contro l' identità dell' agente galvanico ed elettrico, si ottiene per egual modo dalle bocce di Leyden, o batterie, colla sola differenza indicata, dipendente dalla diversa durata della corrente elettrica.

§. 86. A spiegare ora come si propaghi l' azione dalle parti del volto assai lontane dall' occhio, e fino dal collo all' organo visivo, non è già necessario supporre, che delle ramificazioni del nervo ottico arrivino a quelle parti, e

vi conservino la facoltà di essere eccitate al modo proprio e speciale di tal organo, con sensazioni cioè di luce. Indipendentemente da tali supposizioni, che si avrebbe difficoltà ad ammettere, una più chiara spiegazione, e affatto soddisfacente ce la dà il Volta fondata sopra quanto abbiamo già dietro lui mostrato ampiamente in tutto il precedente articolo 5.°: cioè che la corrente di fluido elettrico, che sgorga da un capo della pila, e rientra pel capo opposto, attraversando i corpi, che ne formano l'arco conduttore, ossia che compiono il circolo, essendo copiosissima, vale a dire tramandandosene di tal fluido per ogni tempo brevissimo una quantità assai grande, come si è mostrato con tante prove, e copiosa pure essendo quella di una capace batteria carica anche debolmente; qualora tali correnti vengono costrette a tragittare per conduttori imperfetti, quali sono tutti quelli di seconda classe, epperò anche le parti umide del nostro corpo, insofferenti, diciam così, esse correnti di un sentiero troppo ristretto, amano di allargarsi, e di scorrere per ampie strade, deviando anche per seguirle dal più corto cammino. Si è veduto ivi come il torrente elettrico affacciandosi in grossa piena a pochi punti di un conduttore umido, e penetrandolo per passar oltre, si divide tosto, se vi è campo, in tanti rami, quanti gliene abbisognano per incontrare nel totale una minor resistenza al suo corso, per avere un più facile sfogo. Or dunque a qualunque parte del volto si applichi il polo, o capo della pila, che tende in ogni istante a scaricare, o l'altro, che tira a sè quella grandissima copia di fluido elettrico, che abbiam detto, una tal corrente, o grossa piena si allargherà, abbenchè tenda direttamente da quel punto del volto al braccio, e alla mano, che comunica col capo o polo opposto, o inversamente tenda da questo a quello; si allargherà, dico, tal corrente a tutta la testa, ne investirà tutte, o quasi

tutte, le parti, almeno le più conduttrici, fralle quali incontrando il nervo ottico, e la retina medesima, vi cagionerà colla sua azione stimolante la sensazione di luce: e ciò ancorchè picciolissima sia la quantità di esso fluido elettrico, che venga a toccare detto nervo, o retina, dotati, come sappiamo, di una prodigiosa sensibilità.

Fra queste parti più conduttrici, e interne della testa investite dalla corrente elettrica, che entra per qualsisia parte del volto, o della gola, trovandosi anche la lingua, avviene, che i suoi nervi pure ne siano affetti, e quindi in quelli più delicati del gusto, che concorrono al di lei apice, si ecciti, ove tal corrente sia abbastanza forte, qualche sensazione di sapore acido, od alcalino, giusta la direzione di essa corrente, ma più facilmente del primo.

§. 87. Intorno alle quali sensazioni del gusto eccitate colla congrua applicazione di metalli diversi (ossia di motori che Volta chiama di prima classe, e fra i quali annovera pur anche i carboni la piombaggine, molte piriti, alcuni schisti, il manganese nero, come indicato abbiamo fin dai primi articoli) gioverà far qui rimarcare più particolarmente cotal insigne differenza fra il sapore, che prova la punta della lingua, ove la corrente elettrica entri per essa, e quello che sente ove al contrario ne esca, il primo essendo decisamente acido, il secondo piuttosto amaro, acre, urente sul far degl' alcali, insomma se non vero e pretto alcalino, tirante molto all' alcalino, giusta le scoperte fatte dallo stesso Volta fin dalle sue prime sperienze galvaniche nel 1792. e 1793 (*s*). Quest' ultimo sapo-

---

(*s*) Il celebre Letterato Svizzero, Accademico di Berlino, ec. Sulzer, Autore di un eccellente Dizionario filosofico delle Belle Lettere, e Belle Arti scritto in Tedesco, e di altre opere di Morale e di Metafisica scritte per la più parte in Francese riporta in una di queste pubblicata nel 1767., che ha per titolo *Théorie*

re però, sebben più disgustoso quando arriva a farsi sentire, non si prova così facilmente come il sapor acido, il

---

des sensations agrèables, una sperienza, dalla quale si rileva, ch' era già noto assai prima delle scoperte di Volta, che l'applicazione alla lingua di due metalli di diversa specie, come argento e piombo, insiem congiunti, vi eccita la sensazione di un certo sapore, che nessuno di essi separatamente fa provare; sapore, che esso Sulzer paragona a quello del solfato di ferro: il qual fenomeno cercando egli di spiegare, opina, che il mutuo contatto dei due metalli diversi induce nell' uno o nell'altro, od in ciascuno una vibrazione delle loro particelle, la quale agisca sopra i nervi, in guisa di produrvi la sensazione di cui si tratta. Una tale spiegazione, chi non vede quanto sia ipotetica, vaga, insussistente? A noi sembra, che senta essa un certo qual gusto di Fisica Cartesiana. Che che ne sia, fatto è, che le prime sperienze di questo genere sono anteriori di molto a quelle del nostro Professore di Pavia. Siccome però esse furono poco conosciute, anzi non si ebbe notizia, che di quella riportata dal sullodato Accademico di Berlino, alla quale non si fece quasi da nessuno attenzione, rimanendo in certo modo isolata, male spiegata dall' Autore, e senza ulteriori ricerche ed applicazioni, siccome ignoravasi intieramente tanto da Galvani, e suoi seguaci, quanto da Volta; e quest' ultimo, guidato unicamente dalle sue proprie ricerche intorno al Galvanismo pervenne a scoprire da se, non solo un tal potere dei metalli di diversa specie di eccitare sulla punta della lingua una sensazione di sapore, ma eccitarvelo diverso, cioè od acido, o tirante all' alcalino, secondochè dei due, es. gr. stagno e argento, quello o questo trovasi rivolto contro essa punta; assegnò per vera causa di tali sensazioni (dal che era andato cotanto lontano Sulzer) il fluido elettrico, stimolante efficacissimo, messo in corrente o contro l'apice della lingua, o al rovescio; e ne fece le più felici applicazioni ad altri fenomeni, fra i quali le sensazioni di luce eccitate dalla medesima causa, e per eguali artifizj nell' organo visivo interno, di bruciore nelle parti più delicate e sensibili del corpo, nelle ferite, ec. per tutti questi titoli, e ragioni non dubitiamo di attribuire ad esso Volta l' intiero merito di tali scoperte.

quale è già abbastanza marcato, ove applichinsi alla lingua due metalli poco diversi fra loro in ordine alla facoltà elettro-motrice, come argento e ferro, ferro e stagno, ec. in guisa che portati a mutuo contatto, quello che si elettrizza *positivamente*, cioè *in più* si rivolga contro l'apice di essa lingua. e vi spinga dentro il fluido elettrico: ove invece si applichino al rovescio, sicchè tale debolissima corrente elettrica sorta dall'apice della lingua, il sapore alcalino riesce o insensibile affatto, o mal distinto. Quindi son nati i dubbj dei Galvanisti su tal diversità dei sapori, scoperta e sostenuta da Volta, e che presso di lui era molto significante, come tosto vedremo: diversità, che tutti dovettero finalmente riconoscere, anche quelli che ripugnanti alle conseguenze, che il grande Fisico ne deduceva, dissentivano dalla sua teoria dell'*elettricità metallica* nel senso da lui inteso, e tante volte spiegato.

Ma se i due metalli, o motori di prima classe scelti per tali sperienze siano de' più diversi, ossia de' più attivi nel mutuo contatto, es. gr. argento e stagno, o meglio assai argento e zinco, o meglio ancora zinco e certi carboni, zinco e piombaggine, e sopra tutti zinco e magnese nero cristallizzato, anche il sapor alcalino sulla punta della lingua contro cui trovisi rivolto quello dei due, che si elettrizza *negativamente*, ossia *in meno*, sarà più che sensibile, e marcatissimo: il sapor acido poi nell'opposta maniera così vivo, da riuscir quasi insopportabile.

Che se tanto fa una coppia sola di metalli ben assortiti, e ben applicati alla lingua, quanto non faranno più coppie congegnate in una pila, in un apparato a corona di tazze, od altro Elettromotore composto? Per nulla dire del sapor acido, intensissimo e intollerabile riuscirà anche il sapor alcalino. Non avviene però che cresca nè l'uno nè l'altro in proporzione del numero di tali coppie metalliche, non diventando già del doppio, del triplo, del qua-

druplo più forte, per 2. 3. 4. gruppi, di cui sia composta una pila, e giungendo per avventura al sommo per una di 8. o 10., oltre il qual numero riuscendo troppo potente l'Elettro-motore, la sensazione di sapore confondesi facilmente con quella di dolore acuto, e lacerante, come già si è detto (§ 78.).

§. 88. Le più facili e semplici maniere di eccitare le indicate sensazioni di sapore, sono di applicare immediatamente alla punta della lingua uno dei due capi metallici dell'Elettro-motore, sia semplice, sia composto, mentre l'altro capo tiensi applicato con abbastanza larga superficie al dorso di essa lingua, o ad altra parte interna della bocca, od anche ad una mano ben umettata. In quest'ultima maniera si sente, a dir vero, men vivo il sapore, che nella seconda, ma non di molto; e in quella seconda ancora meno che nella prima, ma di pochissimo. Notabilmente men vivo, ma pur ancora sensibile, e ben distinto riesce (massime se ad eccitarlo s'impieghi, non una coppia sola di metalli, ma una pila di un discreto numero di coppie), ove la punta della lingua non tocchi immediatamente questo o quel capo dell'apparato metallico, ma vi comunichi per mezzo di un più o men lungo conduttore umido, o di parecchi, es. gr. coll'interposizione di una massa d'acqua contenuta in un catino, di una grossa fune, o larga lista di cartone imbevutane a dovere, di una persona, ec.: come ne ha mostrato il nostro Volta fin da quando nella continuazione delle sue prime memorie sul Galvanismo pubblicò una serie di tali sperienze nel 1793., ed anni seguenti.

§ 89. Dal che manifestamente si deduce, che gl'indicati due sapori non sono già portati alla lingua da quel poco d'acido, e da quel poco d'alcali, che (come vedremo in un articolo seguente) si svolgono realmente per la virtù ed azione dell'Elettro-motore, il primo ne' punti di

contatto dell' acqua con quel metallo, che acquista mercè di tal azione l' *elettricità positiva*, e versa quindi il fluido elettrico, di cui va continuamente carico, nell' acqua medesima, il secondo ne' punti di contatto pure dell' umor acqueo coll'altro metallo, che *elettrizzato negativamente* tira a se quel fluido elettrico, di cui continuamente abbisogna per ristorarsi: tali sensazioni, io dico, di sapore, che prova la lingua, non provengono da quelle molecole qui di alcali, là di acido, veri e reali, come alcuni han pensato, e a prima giunta può sembrar verisimile: ma bensì vi vengono eccitati immediatamente dall' istesso fluido elettrico, che messo in corrente entra per la punta della lingua, e passa addentro, od all' opposto ne sorte. Come mai infatti potrebbero quelle piccolissime dosi di acido svolto in un luogo, e di alcali in un altro giungere fino alla lingua attraverso tutta l' acqua di un gran catino, pel lungo tratto di un cartone, o di una corda bagnata, attraverso una, e più persone, od altri conduttori umidi interposti? Eppure con tutti questi frammezzi, purchè il circolo sia compito, onde abbia luogo la corrente elettrica continua, non lascia essa lingua di venir affetta delle indicate sensazioni di un tal quale sapor alcalino, o di un sapor acido più marcato, secondo la direzione di detta corrente (§. prec.). Più: se l' acqua del catino, o del cartone inzuppato, ec. siasi a bella posta alcalizzata, leggermente sì, tanto però, che se ne senta il sapore; avverrà, che tenendovi intinto l' apice della lingua, quel poco di sapor alcalino, che vi prova, resti eliso, e subentri il sapor acido più o meno sentito, tostochè si faccia comunicare convenientemente ad essa acqua alcalizzata il *polo positivo* di una pila di discreta forza, mentre la persona comunica colle mani ben umettate col *polo negativo*. Or qui tutto l' umore ne' punti di contatto colla lingua, e nell'intiera sua massa rimane ancora alcalizzato, non venendo tosto neutralizzato, e non bastan-

do di gran lunga l'acido a saturare quell'alcali: nondimeno si prova dalla lingua una sensazione prevalente di sapor acido. Questa impressione dunque viene non da acido vero, e materiale, che si applichi alle sue papille nervee, e le vellichi; ma dalla stessa corrente di fluido elettrico, il quale ha la singolare proprietà di eccitare nei nervi del gusto, quando è diretto contro dette loro papille, ossia quando entra per l'apice della lingua, e si avanza verso la di lei base, tal sensazione, che è, od emula quella di sapor acido; e quando ha la direzione opposta, cioè dalla base all'apice della lingua, e sorte da questo, tal altra sensazione che assomiglia al sapor alcalino.

§. 90. Così ragionava, e conchiudeva colla scorta di decisive sperienze il nostro Volta, fin dai primi anni che era comparso il così detto Galvanismo, rivolgendosi per maggiore conferma a far prove analoghe coll'elettricità comune delle ordinarie macchine. Riuscì dunque ad avere le sensazioni di sapor acido dal conduttore positivo, ossia elettrizzato *in più* di una buona macchina elettrica, e di sapore avente dell'alcalino dal conduttore negativo, ossia elettrizzato *in meno*, le prime abbastanza decise e marcate, le seconde non tanto, col tener applicata la punta della lingua a quel conduttore, e a questo, mentre faceasi giuocar continuatamente essa macchina, onde si mantenesse la corrente elettrica. Questa corrente continuata è per tal conto simile a quella di un Elettro-motore, ma non è già eguale, e la cede di molto per conto della quantità di fluido, che fa passare in dati istanti. Abbiam veduto infatti ne' precedenti articoli, che in un minuto terzo, e fors'anche in meno, una pila di 60 gruppi versa tanto fluido elettrico da caricare a circa 1. grado dell'elettrometro a paglie (tale essendo la sua propria *tensione*) una batteria di 20. 30. 40. piedi quadrati di armatura; e che quindi in 8. o 10. terzi minuti porterebbe egualmente 1. grado di ca-

rica ad altra batteria di 200. piedi quadrati, e più: ciò, che una delle migliori macchine elettriche non giugne a fare in uno, o due minuti secondi. Per questa minore copia adunque di fluido elettrico, che mettono in corso, e fan passare le macchine elettriche anche più potenti a ciascun momento in paragone di quella, che promovono le pile, men viva è la sensazione di sapore, che eccitano sulla lingua i conduttori di tali macchine, ancorchè applicati essendo a pochi punti del di lei apice, ed essa corrente eserciti sopra questi in tal forzato angusto passaggio tutta la sua energìa: come pure è nullo, o assai meno sensibile il dolore, che possono con tale corrente, tuttochè continuata, far nascere in qualunque parte più delicata del corpo, in una piaga, o ferita, investita pure in pochi punti, a paragone di quello, che vi eccitano le correnti perenni, e ben più copiose indotte dagli Elettromotori.

§ 91. Così è: debolissime riescono, e quasi nulle le sensazioni tanto di sapore, quanto di dolore, per la corrente di fluido elettrico, che passa dal conduttore della macchina elettrizzato *in più* alla lingua, o ad altre parti sensibilissime poste al di lui contatto, e progredisce quindi discendendo per la persona al suolo (o tutt' all' opposto, come ben si comprende, se il conduttore venga elettrizzato *in meno*): debolissime, e quasi nulle tali sensazioni, massime se la macchina sia poco attiva, e nulle poi affatto e le scosse e le convulsioni, a motivo che non è rapida essa corrente, ed abbondante a segno, che ad ogni istante brevissimo, come di un minuto terzo, o quarto, passi una quantità notabile di fluido elettrico bastante a stimolare, ed incitare vivamente neppur le fibre più delicate, come è più che bastante quella copiosissima, che scorre di continuo, incitata dagli Elettro-motori, conforme si è mostrato in tante maniere, e ripetuto più volte, e giova pur ricordare di nuovo. Per ciò anche comunicando nell' indicata guisa

il conduttore della macchina colla persona, e questa col suolo, non rimane in quello alcuna *tensione*, che possa marcarsi dall' elettrometro neppure coll' ajuto del Condensatore, a meno che essendo il pavimento molto asciutto trovisi esso conduttore in qualche modo *isolato*: non vi rimane, dico, alcuna *tensione* elettrica sensibile, avendo la corrente un sufficiente sfogo; il quale sfogo sufficiente non ha un buon Elettro-motore colla stessa, e ben anche con più ampie comunicazioni, come pure abbiam fatto vedere, e toccar con mano (particolarmente nell'articolo precedente), onde ritiene, malgrado di esse, buona parte della sua *tensione*.

Che se restando il conduttore isolato a dovere vi si accumuli per alcuni momenti l' elettricità, e sorga quindi ad una *tensione*, che mova a dirittura non che l' elettrometro a paglie, ma il quadrante-elettrometro, e lo innalzi ad alcuni gradi, che possa vibrar scintille, ec., e molto più se a gradi così sensibili si carichino col tempo che vi vuole, una boccia di Leyden, od una batteria; allora sì, che provocandosi tali scintille e scariche ad un tratto sopra parti nude, e delicate del corpo, si avranno e dolor pungente, contrazioni muscolari, e scosse (come sanno tutti quelli, a cui son note le comuni sperienze elettriche), ed anche la sensazion di sapore sull' apice della lingua, che pochi conoscono, e che facilmente verrà confusa col piccante del dolore: si avranno tutti questi effetti come dalla pila, ed anche più forti, e violenti; perciocchè, scaricandosi tanta elettricità accumulata tutt' ad un tratto, o a dir più giusto in un tempo brevissimo, minore cioè di un minuto terzo, e fors' anche di un minuto quarto, o quinto, eguaglia essa, e supera per fino la corrente, ossia copia di fluido elettrico, che in eguale spazio di tempo manda qualunque buon Elettro-motore; e altronde animata quella da tal forte *tensione*, urta e percuote più vivamente le fibre, a cui, o da cui si slancia, secondo che essa elettricità è

di eccesso, o *di diffetto*. I grandi, e strepitosi effetti adunque delle macchine elettriche dipendono dal potere, che queste hanno di accumulare successivamente l'elettricità ne' conduttori isolati, nelle bocce di Leyden, ec. fino a portarla ad alti gradi di *tensione*, e dello scaricarsi poi tale elettricità tutt' ad un tratto, ossia in tempo inconcepibilmente breve (*t*). Ma qualora i conduttori non trovin-

---

(*t*) A tale accumulazione di elettricità ne' conduttori delle macchine elettriche fino ad alto grado sono dovuti anche gli altri fenomeni brillanti, e curiosi delle vivide e sonore scintille, che ne scoccano, de' luminosi fiochi, o stellette, che compajono sulle punte, accompagnati da sibilo, e venticello, delle attrazioni e ripulsioni a grandi distanze, ec. fenomeni, che non han luogo colle pile, od Elettromotori di qualsivoglia costruzione, e grandezza, fuorchè giungessero a più migliaja di coppie metalliche, onde la tensione vi salisse pure ad alti gradi del quadrante elettrometro. Ma colle debolissime tensioni di 1. fino 4. gradi dell' elettrometro a paglie sottili, che aver possono pile di 60. fino a 240. gruppi circa (e ben rare volte se ne costruiscono di un numero maggiore), cosa mai si può ottenere di tai fenomeni? Appena qualche scintilla, portandovi al contatto, od a minima distanza, che non ecceda $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{100}$, o al più $\frac{1}{50}$ di linea, un conduttore metallico: appena alcune attrazioni o ripulsioni di corpi leggeri, a ben picciola distanza anch' esse, o un cenno soltanto di tali moti. La scarica poi, o comunicazione dell' elettricità ad un conduttore, non potrà farsi neppur essa che a picciolissima distanza, nè potrà questo venir caricato, per quanto duri tal comunicazione, che agli stessi debolissimi gradi, come ben s' intende. Quindi non avran luogo nè lunghe scintille nè fiocchi luminosi, o stellette, nè venticello, ec.

Riguardo dunque a questi fenomeni prodotti da *elettricità accumulata durante un tempo sensibile* in conduttori isolati, o in recipienti di limitata capacità, e che scaricasi indi a distanze più o men grandi, e con più o meno di scoppio, sono incomparabilmente inferiori gli Elettro-motori Voltiani alle comuni macchine

si isolati, e vadano quindi scaricandosi nel tempo stesso che si caricano, non vi sorge *tensione* elettrica sensibile come abbiam detto, e la corrente, che passa per essi, è, ripetiamolo pure, meno copiosa e meno incalzante, ossia vi trascorre in dato tempo eguale molto minor quantità di fluido elettrico, di quello succeda per l'azione degli Elettro-motori: come Volta ha sì bene dimostrato, e dietro lui ci siamo noi pure studiati di mettere in chiaro nel presente scritto, particolarmente all'articolo 3.° (*u*). Ecco

---

elettriche, ma sono in vece di lunga mano superiori a queste (come si è mostrato) riguardo agli effetti prodotti in ogni istante dall' *elettricità*, che fanno essi Elettro-motori *fluire di continuo* ove le si dia colle opportune comunicazioni libertà e spazio.

(*u*) Che la corrente incitata da un Elettro-motore anche picciolo, ma però ben costrutto, porti in ogni momento assegnabile assai maggiore quantità di fluido elettrico, che quella proveniente dall'azione di una grande e vigorosa macchina a cilindro, o a disco di cristallo, può sembrare incredibile, ma è cosa di fatto, e non può più dubitarsene dopo che si è veduto (art. cit.) come basti il più breve contatto possibile, quello es. gr. di un minuto terzo, e minore ancora, a fare che l'Elettro-motore induca una carica eguale alla sua propria *tensione* (di 1. grado cioè dell'elettrometro a paglie, più o meno, se sia esso Elettromotore composto di 60. coppie circa di rame e zinco, ed a proporzione, se di un maggiore o minor numero) in una capacissima batteria, come han provato le sperienze, prima di Volta, poi di Van Marum e Pfaff, di Ritter, e di altri: al che non giunge per avventura qualsiasi macchina elettrica potente in un minuto secondo, nel quale facciasi fare anche un giro intiero al suo cilindro, o disco. È cosa dico di fatto, e ciò basta. Ma per togliere qualunque difficoltà si potesse avere a concepir ciò in vista dell'alto grado di forze, che dispiega la macchina elettrica, ed a cui porta in tempo pur anco breve il suo conduttore, facciamoci a ragguagliare in un modo più particolare, e con qualche esempio, tale

dunque perchè se la lingua, od altra parte del nostro cor-

forza elettrica con tal tempo richiesto, e con quello, che ad indurre la sua debolissima *tensione* impiega l' Elettro-motore.

Fia dunque l'elettricità, che acquistano i punti stropicciati del cilindro, o disco di cristallo, assai vibrante e forte, arrivando p. es. a 100. gradi del quadrante elettrometro: al conduttore isolato faranno parte di tal loro elettricità infin a tanto, che sia giunta anche in esso agli stessi gradi, o poco meno: a ciò, s'egli è grande, e capace, richiederassi un giro intiero della macchina, o più, e se grandissimo, o se comunichi ad una ben più capace boccia di Leyden o ad una capacissima batteria, molti, e molti giri vi vorranno della macchina. Quanto potrà mai dare di fluido elettrico ciascuno di tai punti, su cui trovasi, è vero, fortemente condensato esso fluido, ma che mancando di estensione, e di profondità, non ha che minima capacità, allorchè potrà versarne nel conduttore, cui venga a presentarsi, ovvero in una boccia, o batteria? Ben poco al certo, e poco ancora tutti quei punti della zona stropicciata, che si presenteranno al medesimo conduttore in un giro intiero del cilindro, o disco: per fornirne in quantità bisogna che si replichino lo strofinamento, ed i giri, e quindi vi va del tempo considerabile. Supponiamo, che compiasi ogni giro in un minuto secondo, e che vi vogliano 4. giri, epperò 4. secondi a portare in un conduttore assai grande, di 10. piedi per esempio di lunghezza, l'elettricità verso i detti 100. gradi: gl' istessi 4. giri giungeranno appena a caricare una boccia di Leyden di un piede quadrato di armatura, la quale sarà per lo meno 100. volte più capace di tal conduttore, ad 1. grado scarso dello stesso quadrante-elettrometro, che ne vale 16. del più sensibile a paglie, ed una batteria di 16. piedi quadrati ad 1. solo di tali miserabili gradi, una di 64. piedi ad $\frac{1}{4}$ di gr., ec.. Tanto dunque, e non più in 4. minuti secondi con tutta la *tensione* e forza elettrica, che abbiam supposto dispiegarsi dalla macchina elettrica, la quale debbe ben essere potente per arrivarvi.

Prendiamo ora un Elettromotore, che dispieghi la *tensione* di $\frac{1}{4}$ di grado di quest' elettrometro a paglie (quale sarà, se sia

po tocchi il conduttore della macchina, con che gli vien

composto di 15 o 16. coppie di rame e zinco) che potrà egli mai fare? Pochissimo in un senso, ma molto in un altro: non potrà, è vero portar la carica nè a tali batterie, nè ad una boccia sola, nè ad un semplice conduttore oltre $\frac{1}{4}$ di grado, non avendo egli maggior *tensione* di questa, ma per darla tale anche alla batteria di 64. piedi quadrati di armatura, non avrà bisogno nè di 4. minuti secondi, nè di 1. nè di $\frac{1}{2}$, e gli basterà, se sia ben costrutto, coi bullettini ben inzuppati di umor salino, un sol minuto terzo, o meno: il qual tempo comunque brevissimo, essendo pur composto di successivi istanti quanti immaginar si vogliono, può concepirsi pure, che scaricandosi, e ricaricandosi l'Elettromotore un gran numero di volte all'indicata sua *tensione*, promova tal incessante celere corrente, che prima ancora che sia spirato detto minuto terzo, porti a quella capacissima batteria una carica poco o nulla inferiore ad essa *tensione*.

Ma, dirà forse taluno, è pur continua anche l'azione della macchina elettrica, che seguita a rotarsi? Come dunque con un' elettricità cotanto intensa del vetro stropicciato, che giunge, come abbiamo supposto, a 100. gradi del quadrante elettrometro, e supera quindi più di 6. mila volte la *tensione* di $\frac{1}{4}$ di grado dell' elettrometro a paglie, che ha quell'Elettro-motore, abbisogna tuttavia tale potente macchina di molto maggior tempo che questo, per caricare la batteria quanto esso, cioè di 4. secondi, invece di 1. solo minuto terzo? Se continua, e incessante è la spinta al fluido elettrico, e il versamento che ne fa codesto Elettro-motore e con sì debole forza ossia *tensione*: non è continuo ancora, e incessante lo sgorgo, che viene dal vetro della macchina, che va seguitamente elettrizzandosi, e ad un grado cotanto intenso? Lo è, rispondiamo, dipendentemente dal presentarsi al conduttore gli uni dopo gli altri i punti di esso vetro elettrizzati dal previo stropicciamento contro a' cuscini, epperò proporzionata debb'essere la quantità di fluido, che viene mano mano a versarsi in esso conduttore, alla velocità, con cui si succedono detti punti, ossia a quel-

tolto l' isolamento, la corrente elettrica, comunque conti-

---

la, con cui si aggira il cilindro, o disco di essa macchina: a misura che son lenti i giri, e tarda tal successiva presentazione de' punti elettrizzati al conduttore, lento e tardo riesce anche lo sgorgo, e versamento del fluido elettrico in esso, lento il trascorrimento da questo ad altri conduttori o recipienti; a misura, che è celere e rapida la rotazione, celere e presto è anche lo sgorgo, e rapida, fin dove giunge, la corrente. Ma fosse anche 100. mila volte maggiore la velocità de' giri di quello ottener mai possiamo, sarà sempre limitata, e limitato corrispondentemente cotesto sgorgo, vale a dire soffrirà esso sempre qualche ritardo, a togliere il quale vi vorrebbe una velocità infinita. Lo sgorgo invece, che viene dall' Elettro-motore, non soffre nè ritardo, nè limitazione per questo conto, attesochè sono sempre i medesimi punti di mutuo contatto de' metalli diversi, che spingono incessantemente il fluido elettrico, che insistono ivi ad ogni istante immaginabile in tal azione, onde la quantità di questo fluido versata, e la velocità della sua corrente è tutta quella, che può il medesimo avere, spinto e sollecitato continuamente dal dato grado di *tensione*, fluente per abbastanza buoni conduttori: velocità, che considerata la prodigiosa mobilità, ed elasticità propria di esso fluido, possiam benissimo credere, che sia 100. 200. 300. mila volte maggiore della velocità, con cui nella macchina elettrica anche rapidissimamente aggirata i punti del vetro elettrizzati vengono successivamente a versare il fluido condensatovi nel conduttore; la quale in paragone vuol dirsi lentezza, anzichè velocità, e porta, come abbiam detto, una corrispondente lentezza in tale versamento. Non fia dunque maraviglia, che l' Elettromotore nell' esempio recato, anche colla debole *tensione* di $\frac{1}{4}$ di grado dell'elettrometro a paglie, versi continuamente, e faccia scorrere maggior quantità di fluido elettrico, che il cilindro o disco di una macchina, che si elettrizzi a ben 100. gradi del quadrante elettrometro, cioè ad una *tensione* più di 6. mila volte maggiore, e si aggiri anche rapidamente; giacchè se l' Elettromotore svantaggia per questo conto 6 mille, od anche 7. od 8. mille volte, vantaggia per l' altro 100. 200. 300. mila volte, od anche più.

nui il giuoco di essa macchina non è capace di eccitare,

Supponiamo, che per quest' ultimo conto, cioè per essere nell' Elettro-motore sempre i medesimi punti di contatto metallico, che sospingono il fluido elettrico, e scorrere lo fanno continuamente ne' conduttori che seguono, senza aver bisogno, che ad essi altri punti succedano, e apportino nuovo soccorso, come accade nelle macchine elettriche, supponiamo dico, che per tal conto, riesca il versamento di esso fluido, e la corrente sua 200. mila volte più pronta e spedita ad esso Elettro-motore; e applichiamo ciò ad un altro esempio, che ci riconduce alle osservazioni sulle sensazioni di sapore, e di dolore eccitate dalle correnti elettriche. Con tal supposizione, e colla scorta delle premesse cose intenderassi facilmente come anche i più semplici Elettromotori, consistenti in una copia sola di metalli diversi, e questi neppure de' più attivi, es. gr argento e stagno, ove applichinsi a dovere tai metalli uno alla punta della lingua, l' altro al suo dorso, o ad altra parte interna della bocca, od anche a qualunque esterna del corpo, ma bagnata, eccitino più viva sensazione di sapore, più vivo dolore applicati ad una ferita, ec.; di quello vi ecciti il conduttore di una buona macchina elettrica, a cui tengasi applicato l' istesso apice della lingua, l' istessa ferita in tempo, che si fa giuocare essa macchina. La *tensione* elettrica, che acquistano tali metalli nel mutuo contatto, è di $\frac{1}{100}$ circa dell' elettrometro a paglie: quella che acquista il cilindro o disco di vetro della macchina, ossia i punti di esso vetro stropicciati, diamo che sia 100. mila volte maggiore, quale sarà se salga a 62. $\frac{1}{2}$ del quadrante elettrometro. La copia dunque di fluido elettrico versato a ciascun istante da tale macchina dovrebbe essere per questo conto 100. mila volte maggiore di quella versata dal succennato Elettromotore semplicissimo; ma per l' altro conto (cioè della non sufficiente prontezza, con cui si presentano successivamente al conduttore i punti elettrizzati del vetro) dee riuscire, giusta la supposizione, 200. mila volte minore: epperò, fatto il compenso, risulta più copioso del doppio il versamento di fluido elettrico dall' Elettro-motore anche

che debolissime sensazioni di sapore, e di dolore, molto più deboli cioè di quelle che eccitar possono gli Elettro-motori anche piccioli, e nulla punto di scosse, o di convulsioni. Ad ogni modo è pur vero, che si eccitano in qualche grado tali sensazioni, se la macchina agisca molto bene: il che basta al nostro intento.

§. 92. Un'altra maniera migliore per sentir il sapore cagionato dalla corrente elettrica mossa, e mantenuta dal giuoco continuato dalla macchina quella si è di ricevere sull'apice

---

semplice, doppia la piena ossia corrente, che induce e promove ne' conduttori umidi, a cui comunica, nella lingua, ec., onde più vive le sensazioni cagionate, ec: ad aversi eguale versamento, egual corrente dal cilindro o disco della macchina converrebbe, secondo il nostro computo, che l'elettricità vi salisse ne' punti stropicciati a ben 125. gradi del quadrante elettrometro, al che non arrivano certo le comuni macchine elettriche.

Questa lunga nota, e la precedente poteano forse risparmiarsi, essendoci già tanto trattenuti intorno a questo stesso soggetto nel presente scritto, cercando, cioè di spiegare col ragionamento unito alle sperienze più decisive come gli *stessi effetti dell' istesso fluido*, che agisce nelle sperienze elettriche comuni, e note da un pezzo, e in quelle nuove del così detto Galvanismo, vengano *modificati dal tempo*, in guisa, che tali o tali altri di quelli effetti, o fenomeni compajono più cospicui, tali o tali altri mostransi più oscuramente, o non compajono affatto. Ma tanto importa il ben intendere l'influenza, che vi hanno da un lato l'intensità, ossia quella, che il nostro Volta chiama *tensione elettrica*, dall'altro lato il tempo (del qual *elemento del tempo* non si era fatto ancora quel conto che si dee), tanto giova il saperla in qualche modo valutare tal doppia influenza, che abbiamo stimato non inutile l'insistere su di ciò ad ogni occasione e quì di bel nuovo, e di grande vantaggio il darne qualche ulteriore schiarimento con un'idea di calcolo: un idea, diciamo, non un vero calcolo esatto, giacchè non ci è possibile di precisare i dati: tale però, che crediam bastare all'intento di ottenere una spiegazione soddisfacente.

della lingua il fiocco spiccante da qualche punta del conduttore elettrizzato positivamente, ossia *in più*, non accostandovi però troppo essa lingua, acciò non venga colpita da scintilla (al qual fine è bene, che detta punta del conduttore non sia metallica, ma di legno o d'altro imperfetto deferente): provasi con ciò, oltre al vellicamento cagionato dal così detto venticello, un gentil saporetto acido, provocante un poco la salivazione, come provocasi sull'occhio, che si presenti invece della lingua, un brucioretto, che provoca lacrimazione. Se al contrario il conduttore, a cui si presenta in tal modo la lingua, sia elettrizzato negativamente, ossia *in meno*, la corrente di fluido elettrico essendo allora diretta non dal conduttore alla lingua, ma da questa a quello, avvegnachè il venticello abbia luogo, e si senta dalla lingua, la sensazione di sapore sarà o nulla, o di quell'altro sapore sopra indicato, cioè tirante all'alcalino: come appunto è nulla, o di tal sapore la sensazione, che nelle sperienze galvaniche prova l'apice della lingua dalla parte di quello de' due metalli, che pel contatto coll'altro viene elettrizzato *in meno*, qualora il sapor acido, che fa sentire quest'altro metallo elettrizzato *in più*, sia pur debole, o per essere tai metalli poco diversi, o per non essere il più convenientemente applicati.

§. 93. Ecco dunque anche riguardo alle sensazioni di sapore, compito il parallelo fra l'elettricità ordinaria delle comuni macchine, e quella degli Elettro-motori Voltiani, ottenendosi gli stessi stessissimi effetti, colla sola differenza del più o meno; e questo dipendentemente, com'è ben giusto, dalla maggiore, o minor copia di fluido elettrico, che movono, e fanno scorrere in dati istanti le une e gli altri: nel che il vantaggio sta, come in tante maniere si è mostrato, per gli Elettromotori. Ma l'importanza maggiore, che attaccava il nostro Volta a queste sperienze delle sensazioni di sapore eccitate sulla lingua dall'elettri-

cità positiva e negativa de' conduttori delle ordinarie macchine, sensazioni simili a quelle che eccitano gli Elettromotori, sia semplici, cioè formati dall' accoppiamento di due soli metalli di diversa specie, sia composti di un numero qualunque di tali coppie metalliche, l' importanza, dico, maggiore, che vi attaccava quel sagacissimo sperimentatore, e il frutto più grande, che ne ritrasse, si fu di scoprire per tal modo quale dei due metalli, che si toccano, venga ad elettrizzarsi continuamente *in più*, ed a versar quindi il fluido elettrico mano mano ricevuto nel conduttore umido cui trovisi d'altra parte applicato, quale ad elettrizzarsi via via *in meno* e quinci a succhiare di tal fluido, a ristoro delle sue continue perdite, dal medesimo, o da altro conduttore, cui parimente stia esso metallo applicato: in guisa che il circolo sia compito, come richiedesi acciò abbia luogo la corrente continuata in giro. Appariva dunque, che quel metallo viene elettrizzato *in più*, il quale rivolto verso la punta della lingua vi eccita non altrimenti che il conduttore *positivo* della macchina elettrica il sapor acido, e quello elettrizzato *in meno*, che a somiglianza del conduttore *negativo* vi eccita o niun sapore sensibile, o quello tirante all'alcalino. Così aveva conchiuso esso Volta, e determinato, fin dalle sue prime sperienze, e molto tempo avanti che fosse giunto ad ottenerne segni sensibili all' elettrometro, che dei metalli, oro, argento, rame, ferro, stagno, zinco, i superiori secondo quest' ordine *danno* fluido elettrico agli inferiori, e tanto più, quanto più distano nell' ordine medesimo. Il che poi venne compiutamente confermato da quelle altre sue sperienze luminosissime, con cui ebbe segni distinti all' elettrometro, dapprima coll' ajuto del Condensatore, poi anche senza: di che abbiamo lungamente parlato a suo luogo.

ARTICOLO VII.

Continuazione dell'Articolo precedente: ossia particolari osservazioni intorno ad alcune circostanze, che modificano la forza e la qualità delle impressioni portate dagli Elettro-motori sui nostri organi.

§. 94. Riuscendo le sensazioni eccitate dalla corrente elettrica più vive e forti a norma che questa è più copiosa e spedita, e altronde essendo i conduttori umidi, o di seconda classe tutti molto imperfetti, e massime l'acqua semplice e pura, per nulla dire de' corpi non abbastanza intrisi, alla qual imperfezione però si rimedia non poco con dare ad essi conduttori picciola lunghezza, e in vece grande larghezza, onde il torrente elettrico diramar si possa in molte strade, ec., come abbiam detto in più luoghi di questo scritto, e mostrato particolarmente nell'Articolo 5.°, è facile intendere quanto sia importante, che tali conduttori umidi lo siano a dovere, che l'umore sia salino anzichè acqua schietta, che non siano troppo prolungati, e sopratutto che una assai ampia superfice presentino all'ingresso, o sortita del fluido elettrico, e larghi pur sieno in tutto il tratto ch'esso dee percorrere eccetto soltanto il luogo ove ha giustamente a stimolare quelle tali fibre, che ci proponiamo di eccitare. Quivi pertanto è spediente, e talvolta necessario, che ristringasi la corrente, facciasi il passaggio per pochi punti della lingua, dell'occhio, della ferita, ec. se voglionsi eccitare le sensazioni di sapore, di luce, di bruciore, anche con Elettro-motori debolissimi, e perfino col più semplice, formato cioè di due soli pezzi metallici diversi. Ma l'applicazione del polo opposto, ossia dell'altro metallo all'altra parte del corpo, o conduttore umido qualsiasi comunicante con esso, dee farsi con

un' ampia superficie: e in niun luogo poi di tali conduttori umidi, che compiranno il circolo, ha da incontrarsi strettezza che angustii il passaggio dell' elettrico torrente, eccetto, come or dicevamo, il luogo di quelle fibre od organi, a cui vuolsi portare ben efficace lo stimolo. Or dunque questo lo è tanto più, quanto più largo, e non lungo passaggio si offre alla corrente elettrica in tutto il giro, e quanto più stretto nell' unico sito, in cui trovansi quelle tali fibre od organi.

Per ciò, se tutta la lingua si tenga tuffata nell' acqua di un vaso, la quale comunichi pur largamente con una lastra di zinco, e questa poi si venga a toccare con altra lastra d' argento, o di rame comunicante con tutta la palma della mano ben umettata, non si sentirà il sapor acido, come si sente se in quell' acqua trovisi intinta invece la sola punta di essa lingua. Così pure non si sentirà, o pochissimo, ancorchè si delibi in tal maniera l' acqua coll' apice della lingua, se d' altra parte non l' intiera palma, ma pochi punti della mano, o un sol dito vengano applicati all' altro metallo. In quest' ultimo caso inceppata in gran parte la corrente elettrica per tal angusta comunicazione della mano col metallo, non arriva abbastanza copiosa all' apice della lingua per stimolare sensibilmente le sue nervee papille: nel primo caso la corrente sarebbe pur sufficientemente copiosa per eccitare le più sensibili di tali papille, se per poche di queste dovesse passare tutta ristretta, ma trovando ampio passaggio per tanti punti della lingua, gli stimola tutti troppo debolmente per eccitarsi alcuna sensazione. Ad ottenere questo richiedonsi dunque tutte le circostanze favorevoli, cioè che sia ampia la comunicazione della mano, o di altro conduttore umido coll' uno de' metalli, e che il solo apice, o pochi punti della lingua siano intinti nell' acqua, o si applichino a quel qualunque conduttore umido, cui sta ampiamente applicato

l'altro metallo, e che ivi solo sia ristretto il passaggio della corrente elettrica, ed in nessun altro luogo, per tutto il tratto de' conduttori umidi, ch' entrano nel circolo.

§ 95. Richiedonsi, dico, tutte queste circostanze, o condizioni per ottenere le sensazioni di sapore con un semplicissimo Elettro-motore, formato cioè di due soli pezzi di metallo, d' oro, d' argento o di rame l' uno, l' altro di stagno o di zinco: giacchè con Elettro-motori composti di 4. 6. 8. ec. di tali coppie metalliche, si hanno esse sensazioni, ancorchè siano le anzidette condizioni difettose fino ad un certo segno. Anche con una sola coppia però riesce di sentir il sapore tuttochè limitato sia a pochi punti il contatto d' ambe le parti, cioè dell' uno e dell' altro metallo co' conduttori umidi, purchè applicato l' uno immediatamente all' apice della lingua, l' altro lo sia immediatamente anch'esso ad altri punti della medesima, o dell' interno della bocca: in tal caso il cortissimo tragitto per tali parti sì ben intrise di umori animali, che sono tra i conduttori di seconda classe de' meno imperfetti, fa, che l' ostacolo alla corrente elettrica non riesca così grande, ancorchè per non larga superfice di contatto, anzi per pochi punti le si dia passaggio. Ma se stando similmente applicato uno de' metalli dell' unica coppia all' apice della lingua, l' altro si tocchi soltanto con pochi punti della mano, o di un dito, anche ben bagnato, e sì di acqua salata, e peggio poi se lo tocchi così scarsamente una seconda, terza, quarta persona, ec. che si dian mano tra loro, non si avrà punto sulla lingua la sensazione di sapore: la quale poi si otterrà qualora s' impugni quel metallo con tutta, o quasi tutta la mano umida, purchè anche le altre mani, ove sieno più persone a formar il circolo, trovinsi ben umide, e ben concatenate, cioè con ampio contatto. Pregiudica dunque assai (frenando, e rattenendo in gran parte la corrente elettrica) e lo scarso combaciamento di

conduttori umidi, sia tra loro, sia co' metalli, e qualunque altra strettezza vi s' incontri in tutto il tratto di quelli, ed il numero e lunghezza de' medesimi: il qual numero, e lunghezza, se siano eccessivi, come una catena di molte persone, ancorchè si tengano tutte alla meglio colle mani ben umide, faranno, che inabili sieno ad eccitar le sensazioni di sapore sull' apice della lingua, non che gli Elettro-motori di una sol coppia di metalli, ma quelli pure di 4. 6. 8. coppie: e ad ottener ciò ve ne vorranno di più composti a proporzione.

§. 96. Tutto ciò, che abbiam fatto qui osservare riguardo alle circostanze favorevoli o sfavorevoli allo scopo di eccitare le sensazioni di sapore sulla lingua, può facilmente applicarsi alle altre sensazioni, (cioè del chiaror passaggiero nell' occhio, del bruciore nelle parti delicatissime, e spogliate di cute, come gl' orli interni delle palpebre, o il bulbo medesimo dell'occhio, le nude fibre muscolari e nervee di qualche ferita o lacerazione, ec.), ed anche alle scosse: ritenuto però che per ottenere quest'ultime, come anche per il bruciore, e dolor mordente in parti sensibili bensì, ma non spogliate de' loro integumenti, sulla fronte per es., sul naso, le gote, la gola, il dorso delle mani, ec., si ricerca dipiù, che per far spuntare il sapore sull' apice della lingua, od apparire un leggier lampo nell' occhio. Infatti si possono eccitare di leggieri queste sensazioni di sapore, e di lampo con una sola coppia di metalli, ponendo le sovrindicate condizioni, e circostanze favorevoli, non già il dolore mordente sulla pelle della fronte, ec., nè le scosse, o contrazioni muscolari: il qual dolore, e le quali contrazioni si ottengono soltanto denudati i muscoli, o i nervi che vi s' impiantano, e portata su di essi l' azione della debolissima corrente elettrica mossa dai due soli metalli. Per ottener qualche scossa sensibile, o dolore nelle parti sane del nostro corpo, e

coperte de' loro integumenti, vi vogliono Elettro-motori composti di più coppie metalliche. Quali dunque, e quanto composti? Ecco alcuni esempj, fornitici al solito dal nostro Volta, che ognuno potrà facilmente verificare, essendo precisato il modo praticato negli spermentii e che finiranno di rischiarare il presente soggetto.

§. 97. Adoperando nella migliore maniera possibile, che è, come altrove notammo, di tener intinto un dito nell' acqua di un catino, in cui peschi un grosso filo, o lastra metallica procedente da un polo dell' Elettro-motore, e di portare al contatto immediato dell' altro polo un' altra lastra, o cannone metallico impugnato a dovere, con tutta cioè la palma della mano ben umida; adoperando così, se il dito sia per avventura intaccato da qualche taglio o lacerazione, si farà ivi sentire qualche puntura di dolore, ancorchè l' Elettro-motore consti di una coppia sola di rame e zinco, ma niente proverassi di scossa: se consti di 3. coppie, il dolore sarà vivo, e già troppo molesto, e comincerà forse a sentirsi qualche poco di scossa, confusa col dolore stesso, la quale riuscirà quindi più percettibile, sebbene pochissimo ancora, in altro dito senza ferita o lesione di sorta alcuna: con 4. coppie, e 5. sarà la scossa più distinta, però ancora debolissima, e limitata ad una o due articolazioni solamente di esso dito: con 6. 8. coppie, sarà ancora una scossarella, più estesa sì, e più vibrante, ma non dolorosa: quale finalmente diverrà, quando l'Elettro-motore venga composto di 16. 20. coppie, o più, anzi si sentirà in certo modo più il dolore, che la scossa: dolore penetrante, come pare, il midollo dell' osso, assai penoso ed insoffribile quasi, ove l' Elettro-motore oltrepassi le 30. coppie, e ben inteso, che sia costrutto nel miglior modo.

Insomma per progredire dalla minima scossa in picciola parte del dito così intinto, e niente dolorosa fino a

quella in tutto il dito abbastanza forte, cui accompagna una stretta di dolore grave e penoso, convien accrescere, le altre cose pari, ben 8. o 10. volte la forza dell' Elettro-motore, portarlo cioè da 3. o 4. coppie di rame e zinco a 30. circa.

§. 98. Un tal Elettro-motore di 30. coppie potrà eccitare anche sulla fronte, il naso, ec., un dolore assai mordente e rabbioso, ed uno insoffribile sulla pelle esterna delle palpebre: ad eccitarvelo leggiero e appena sensibile basteranno 10. od 8. coppie, ma non meno, laddove una sola basta ad eccitarlo sull' orlo interno delle medesime palpebre, sul nudo bulbo dell' occhio, in una ferita, o scorticatura viva, e recente: come si è detto.

§. 99. Quanto al dolore, che invade, e penetra tutto il dito all' atto della scossa, desso è ben diverso dall' altro pungente, e lacerante, che eccitasi nelle fibre spoglie de' loro integumenti, ne' tagli, ec., e da quel bruciore ancora, che morde più o men aspramente la fronte, il naso, od altre parti coperte dalla pelle. Coteste sensazioni di dolore pungente e rabbioso si hanno anche senza scossa, e spuntano, non come questa, all' atto, che si compie colle opportune comunicazioni il circolo, ma qualche istante più tardi, e talvolta dopo un tempo notabile, come abbiam già fatto osservare, e vanno via via crescendo per certo altro tempo, ove mantenendosi compito il circolo continui la corrente elettrica; nè cessano mai finchè esso circolo non s' interrompa. Quello al contrario, cioè il dolore, che affetta internamente tutto il dito, entra colla scossa immedesimato in certo modo con essa, e se non svanisce tosto con lei cotale stretta di dolore, dura ben poco ancorchè continui, rimanendo chiuso il circolo, la corrente elettrica, dura cioè quanto ci va ad estinguersi da se stesso un dolore impresso momentaneamente. Insomma altro non è propriamente, che una scossa dolorosa.

§. 100. Ma perchè dunque non è dolorosa anche quella portata al carpo, ai gomiti, alle spalle dagli stessi Elettro-motori di 20. 30. 40. coppie metalliche allorchè ambedue le mani comunicano a dovere per larghe superficie a rispettivi conduttori metallici? Perchè, rispondiamo, la corrente elettrica investendo tutta la mano indi il braccio, non vi è così ristretta, ed angustiata come nel dito, che solo le dia passaggio. Che se l'Elettro-motore sia composto di un molto maggior numero di gruppi, di 100. per es. 150. 200., la grossa piena di fluido elettrico, che con tanto maggiore forza egli verserà, trovando troppo scarsa ancora la larghezza tutta del braccio, vi produrrà in un colla scossa violenta e sensibilmente momentanea anche quella stretta di dolore interno, e durevole per qualche tempo, di cui si parla, massime ai luoghi delle articolazioni.

§. 101. Un tal dolore però cessa, torniamo a ripetere, ancorchè mantenendosi compito il circolo de' conduttori continui la corrente elettrica. Ad ogni modo non lascia questa, essendo forte di far sentire la sua impressione in altra maniera, sia nel dito solo, sia in tutta la mano, e parte ancora del braccio: impressione diversissima da tutte quelle, che abbiamo qui sopra considerate, di cui però si è già altrove parlato abbastanza, e la quale consiste in una specie d'irritamento come sordo, in un certo qual fremito, accompagnato in qualche parte da un senso di calore non ben distinto: impressione insomma, che come ivi dicemmo, non si può ben definire, e neppure averne idea, se non si prova; ma impressione, che alla lunga produce nell'economia animale effetti molto insigni, cioè stupore, certa sorte di paralisia, ed anche la morte nè piccioli animali, e fino l'estinzione d'ogni vitalità, secondo che l'Elettro-motore è più potente, e si fa agire più a lungo sopra questi o quegli organi, come abbiam fatto vedere.

§. 102. Ritornando alle scosse, e alle strette di dolore, che si eccitano nel dito intinto nell' acqua, dipendendo esse dalle condizioni, e circostanze favorevoli sopra indicate, ecco quali cambiamenti si hanno ove vengano mutate una o l'altra di queste, e rese meno favorevoli. Quando l' Elettro-motore è si poco composto, che la scossarella nel dito non lo prende tutto, e succede senza dolore, se invece d'un solo si tengano tuffati due diti, o tre, o tutta la mano, essa scossa diviene a proporzione meno sensibile, fino a rendersi impercettibile affatto: il che viene, com' è facile intendere, dall' esser ora la corrente elettrica più espansa di quando si obbligava a passare ristretta per un dito solo. Se poi, essendo l' Elettro-motore formato di un maggior numero di gruppi, il dito ne rileva scossa, e dolore abbastanza forti, in tal caso coll' accrescere l' immersione, aggiungendovi altri diti, o la mano intiera, si alleggerisce a proporzione tal sensazione di dolore diffusa a molte parti, ma non si toglie del tutto: e la scossa poi che prima non si avanzava, o poco oltre il dito, arriva al carpo, od anche al gomito, per la ragione, che più larga essendo ora la via di quello fosse per un dito solo, più libera, e copiosa è la corrente elettrica, che s' avanza su pel braccio, ec.

§. 103. Ma molto più si alleggeriscono e scossa e dolore, anzi questo vien meno del tutto anche nell' unico dito intinto, se l' altra mano pure con pochi suoi punti, o con un sol dito venga a toccare il polo opposto dell' Elettro-motore, per la ragione che tanto meno della corrente elettrica può penetrare, e con tanto minore facilità progredire, come più volte si è detto, quanto men largo le si offre ivi il passaggio dall' umido conduttore di sua natura sempre molto imperfetto. La cosa va a tal segno, che se, lasciato il bagno d' acqua, tocchinsi semplicemente colla punta de' due diti comunque bagnati i due poli

di una pila anche abbastanza forte, come di 20. 30. 40. coppie di rame e zinco interpolate da bullettini intrisi a dovere di acqua salata, non si sente che una leggerissima scossa in essi diti soli, non estendentesi neppure alla seconda o terza articolazione de' medesimi, od anco limitata ai soli polpastrelli; quando invece toccando que' poli con due larghe lastre, o cannoni di metallo ben impugnati dalle mani umide, applicandovi cioè le intiere palme, si ha forte scossa fino al carpo, al gomito ec.

§. 104. Faremo ora osservare, che tutte queste sperienze sulle scosse del dito, sia minime, e limitate ad esso solo, o a picciola parte del medesimo, sia crescenti secondo le circostanze, fino a divenire dolorose, poco o molto, o ad estendersi al braccio, ec. possono imitarsi esattamente in oguuna di tali modificazioni, sostituendo alla pila, od Elettro-motore una grande boccia di Leyden, o meglio una batteria. Intinto dunque un dito solo nell' acqua del catino, e fatta questa comunicare per mezzo di una lastra, o grosso filo metallico all' armatura esterna di una o più bocce unite, vengasi a toccare l' armatura interna, o la verga metallica, che vi comunica, colla lastra o cannone impugnato a dovere dall' altra mano ben umida. Se la boccia, o bocce abbiano in tutto di armatura $\frac{1}{2}$ piede quadrato, 1. piede, 2. piedi, vi voranno rispettivamente le cariche di 1. grado, di $\frac{1}{2}$, di $\frac{1}{4}$ circa dell' elettrometro a paglie sottili, per eccitare in quel dito intinto l' istessa minima scossa, e quasi impercettibile, che abbiam veduto più sopra venir eccitata da un Elettro-motore di 3. o 4. coppie di rame e zinco. Così poi a misura, che si aumentino o la capacità della batteria, o le cariche, riusciranno le scosse del dito più risentite, più estese, dolorose, ec., come appunto lo divengono adoperando Elet-

tro-motori composti di un maggior numero di coppie metalliche: e siccome abbiam veduto, che questo debbe crescere ad otto, o dieci volte tanto, perchè anche la scossa cresca dal minimo fino al grado di riuscirne il dolore penoso, e quasi insopportabile a un dito solo, che si tenga tuffato nell' acqua, e tuffativi più diti o la mano intiera, di essere bensì poco o nulla dolorosa la scossa, ma di avanzarsi a commovere anche parte del braccio, o tutto; così parimente a far che produca altrettanto la boccia o batteria, converrà darle una carica otto, o dieci volte maggiore di quella richiesta per la minima scossa: cioè di 8. o 10. gradi alla boccia avente $\frac{1}{2}$ piede quadrato di armatura, di 4. o 5. gradi a quella avente 1. piede quadrato, ec.. Che se il conduttore metallico procedente dall'armatura interna della boccia tocchisi sibbene colla lastra medesima, o con altro metallo non impugnati già con tutta la mano, ma tenuti soltanto con due diti, e toccati in pochi punti, o peggio vi si porti al contatto l' apice solamente di un dito, succederà anche qui, come coll' Elettro-motore, che non si senta scossa alcuna per quelle cariche o *tensioni*, che le darebbero deboli sperimentando nell' altra miglior maniera, cioè colla larga lastra metallica impugnata a dovere; e per quelle cariche, che produrrebbero commozioni abbastanza forti, e molto dolorose all'altro dito tuffato nell' acqua, non si abbia a questo e a quello che un debolissimo senso di scossa, anzi al dito, che tocca colla sola punta o polpastrello, ivi un leggier pizzicore, piuttosto che una vera scossa.

§. 105. Dalle quali sperienze colle bocce di Leyden confrontate con quelle degli Elettro-motori si rileva, che questi con una *tensione* da 8. in 10. volte minore eccitano eguali scosse alle eccitate da una boccia di vetro sottile, e di 1. piede quadrato di armatura: (questa in fatti per

dare la minima scossa nel modo suddescritto vuol essere caricata ad $\frac{1}{2}$ grado, laddove l'Elettro-motore composto di 3. o 4. coppie di rame, e zinco, che pure la dà, non arriva che ad $\frac{1}{20}$, o al più ad $\frac{1}{15}$ di grado): e che con boccia, o batterie mano mano più capaci, le cariche richieste ad agguagliare le scosse degli Elettro-motori, vanno diminuendo, ed accostandosi così alle *tensioni* di questi: ma che per giungere a pareggiarli in ciò, a dare cioè eguali scosse con eguali *tensioni*, dovrebbero ingrandirsi esse batterie di ben molto. Le quali cose tutte convengono perfettamente con ciò, che è stato con tante altre prove dedotto e mostrato negli articoli 3.° e 4.° ove anche si son date ragionando le più ampie spiegazioni.

CONCLUSIONE

§. 106. Considerati ormai sotto tutti gli aspetti i fenomeni, che la corrente eccitata dagli Elettro-motori produce negli organi animali, e che interessano quindi la Fisiologia, ne restano molti altri e Fisici, e Chimici non meno stupendi sopra varie sostanze non organiche, specialmente sopra gli stessi metalli, l'acqua, e diversi sali: cioè l'arroventamento, e fusione de' fili, e foglie metalliche, lo svolgimento dei gas ossigene, ed idrogene dall'acqua, e di altri gas da altri liquori, le ossidazioni, e disossidazioni, ed altre composizioni, e decomposizioni. Ma cotali effetti, tuttochè operati dallo stesso agente, sortono in certa maniera dalla sfera del *Galvanismo*, il quale in origine versava soltanto intorno a certa azione supposta proveniente dagli organi animali, intorno cioè a ciò, che da Galvani fu chiamato *elettricità animale*; sebbene in seguito poi, avanzatosi a riguardare tal azione anche come proveniente d'altronde, limitavasi tuttavia esso Galva-

ni a considerarla in quanto veniva portata sopra codesti organi, e dai medesimi in certa maniera modificata: mentre di tutti quegl'altri cospicui fenomeni ne' corpi inorganici non presentava neppur l'idea. La scoperta di tali nuovi fenomeni più maravigliosi ancora dei primi, e che aprono un vastissimo campo di ricerche, interessanti particolarmente alla Chimica, venne dietro al grande ritrovato della così detta *pila* di Volta, ossia de' suoi *Elettro-motori composti*. Di codesti fenomeni non abbastanza conosciuti, nè bene spiegati ancora, e intorno ai quali si è tanto questionato in questi ultimi anni, e si questiona anche oggidì, ci riserviamo a trattare in un' altra Memoria, contenti di aver mostrato nella presente, colla scorta del nostro egregio maestro tante volte nominato, le seguenti verità.

§. 107. Che nelle sperienze ancora propriamente galvaniche, cioè sopra gl' animali, l' elettricità non viene altrimenti mossa da alcuna forza vitale od organica, onde potersi chiamare in giusto senso *elettricità animale*, ma bensì in virtù del semplice contatto di conduttori fra loro diversi, massime metallici, per un azione cioè che si spiega in tal contatto, e dà impulso al fluido elettrico, e lo mette in corrente, portandolo così a stimolare le fibre irritabili, che incontra sul suo passaggio, ec.

§. 108. Che cotai conduttori diversi, i quali voglion dirsi ancora, attesa l'indicata virtù, *motori elettrici*, combinati acconciamente in un giusto ordine e serie, formano, secondo le diverse costruzioni, che possono avere, diversi apparati Elettro-motori, tanto più attivi, quanto meglio assortiti, ed ordinati ne sono i pezzi, e più numerosa la serie.

§. 109. Che sebbene i metalli, ed altri conduttori di prima classe siano in generale anche in linea di motori molto più efficaci dei conduttori umidi, o di seconda classe, nondimeno anche con questi soli, che siano con-

venientemente diversi tra loro, possono formarsi degli Elettro-motori abbastanza potenti, epperò anche con sole sostanze animali o vegetabili.

§. 110. Che di tal sorte sembran essere, anzi può dirsi, che sieno sicuramente, i così detti *organi elettrici* della *Torpedine*, e degli altri pesci, che possedono la maravigliosa virtù di dare la scossa; onde neppur qui conviene propriamente il nome di *elettricità animale*, nel senso cioè che venga prodotta o mossa da alcuna azione veramente vitale, od organica, il che non è; ma bensì un semplice fenomeno fisico, anzichè fisiologico, un effetto immediato dell'apparato Elettro-motore, che il pesce chiude in seno, apparato simile agli Elettro-motori artificiali, e che agisce come questi per propria forza, in virtù della sua costruzione, cioè de' mutui contatti di conduttori diversi, ec.

§. 111. Che il fluido elettrico nè in cotali organi singolari della Torpedine, del Gimnoto, ec. nè in quelli comuni degl'altri animali, viene in alcun modo animalizzato, come si era dai Galvanisti preteso, nè vi soffre cambiamento od alterazione di sorta: ch'ella è pura, genuina, e semplice elettricità, eccitata con questi nuovi artifizj, e congegni, i quali chiamansi acconciamente Elettro-motori: elettricità nulla punto diversa da quella delle bocce di Leyden, con cui l'abbiamo costantemente confrontata.

§. 112. Che infine, come l'elettricità di codeste bocce, ove sieno molto capaci, e meglio poi quella di capacissime batterie, ancorchè portata a debole *tensione* ossia carica, vale a produrre effetti molto grandi, atteso il tempo considerabile, che dura la scarica, comunque sembri istantanea: così e vieppiù abili sono a produrli gli Elettro-motori con egual *tensione*, continuando per più tempo, anzi interminabile essendone la scarica. Onde per

niuno de' fenomeni del così detto Galvanismo stati finora osservati v'è bisogno di ricorrere ad altro agente fuori dell' elettrico, come alcuni hanno vanamente preteso, creandone di posta un nuovo sotto il nome di *fluido galvanico*, e moltiplicando così gli enti senza necessità.

Tutto ciò ci lusinghiamo aver mostrato chiaramente in questa Memoria, togliendo ogni dubbiezza, e difficoltà. Nell' altra, che seguirà, escluso qualsiasi fenomeno fisiologico, giacchè non interverrà nelle sperienze alcun corpo od organo animale, verranno tolte, seppur sussistessero ancora, siffatte questioni od ipotesi di *elettricità animale* o *animalizzata*, e simili per modo, che non potrà neppur venirne in capo l' idea (*).

(*) *La più importante circostanza in elettricità*, disse a ragione il celebratissimo DAVY, *è forse il suo rapporto colle forze chimiche della materia, ed il modo con cui essa modifica, avvalora, o distrugge coteste forze*. Ma siccome quest' ultimi anni, che tennero dietro a quello (1806.) in cui la presente Memoria fu scritta, segnano l' epoca delle sorprendenti scoperte intorno alla *relazione fra la forza elettrica ed i cambiamenti chimici*, ed a tutti i cultori delle naturali discipline noti sono i fenomeni, che gl' *Elettromotori* operano sulla materia inorganica: così tanto inutile or diverrebbe una seconda Memoria destinata a far conoscere questi fenomeni istessi, quanto utile divisamento era il pubblicarla ne' primi momenti di siffatte scoperte ed applicazioni. Veggansi fra i molti altri libri stampati ultimamente intorno a questo oggetto la *Filosofia Chimica* dello stesso H. *Davy* tradotta con note de' Sigg. Professori *Brugnatelli* e *Configliachi* a Pavia (1814.), e *les Recherches Physico-chimiques* par MM. Gay-Lussac et Thenard a Paris (1809.).

A dimostrare poi come i mirabili fenomeni chimici, o piuttosto la grande azione degl' *Elettromotori* sebben dotati di debolissima elettrica *tensione* nel produrli, si conciliino per modo colla teorica elettrica in generale, e siano anch' essi d' un nuovo argomento per provare che identica è la loro causa con quella, che opera negl' or-

dinarj apparati elettrici, la presente Memoria vi giova non solo acconciamente, ma altresì maestrevolmente: mentre essendosi in essa dimostrato che gl' *Elettromotori* riguardare si debbono come corpi forniti di pressochè immensa *capacità* elettrica: avendosi instituito un esatto parallelo fra il modo di agire di questi nuovi strumenti e le bocce di Leyden, ed ancor meglio le capacissime batterie; e l'essersi provato in fine che le differenze che nascono negl'effetti dagli stessi *Elettromotori* prodotti, poste pari le altre circostanze, dipendono dalla somma differenza nella *conducibilità* de' conduttori elettrici imperfetti, o di seconda classe che si adoperano o interponendoli alle coppie elettromotrici, o formandone l'arco di comunicazione fra l'uno e l'altro polo degl' apparati Voltiani, tutti questi nuovi fenomeni, che anche con maggiore abuso diconsi da alcuni *galvanici*, si riconducono agli stessi fondamentali principj della scienza elettrica, ed una adeguata spiegazione si dà dei medesimi, dileguandosi tutte le più forti difficoltà, che vennero intorno alla loro origine proposte dai meno esperti in elettricità, allorchè per le prime volte si osservarono.

Le dottrine difatti quivi sviluppate manifestano chiaramente, perchè, a cose pari nel resto, siano più energiche le combinazioni Voltiane, nelle quali le sostanze che le compongono operano fra loro chimicamente, cioè non per altra cagione, che per essere in questi casi il *conduttore umido* che si adopera *meno imperfetto*; per il che improprio è non meno il nome d' elettricità *Idro-metallica*, che piacque a qualche dotto fisico di dare nel principio di queste scoperte all' elettricità generatrice di questi fenomeni, quanto è falso l' asserire che siffatte *forze elettriche siano interamente il risultato de' chimici cangiamenti*. Queste dottrine istesse spiegano inoltre evidentemente, perchè all' arroventamento e fusione p. e. de' metalli, ed all' infiammazione d' altri corpi giovino meglio, poste eguali le altre circostanze, gl' apparati Elettromotori a larghe piastre, che quelli di un numero maggiore di esse ma in proporzione di minore superficie.

Come poi abbiasi ad amministrare l' elettrico con questi nuovi strumenti anche dal Chimico, che or giustamente considera l'elettrico pel reagente il più attivo, affinchè da lui si possa ottener facilmente il divisato intento, gl'ammaestramenti contenuti in questo scritto poco o nulla lasciano a desiderare, purchè attentamente esso sia ponderato in tutte le sue parti.

La quistione piuttosto, se l' elettrico ne' chimici cambiamenti che per esso si ottengono allorquando è mosso dagl'*Elettromotori*, massime se *composti*, operi come *mezzo* o come *causa*, ovvero nell' uno, e nell' altro modo, è ciò che a mio giudizio sembra non per anco dimostrato. Questa tesi però è del tutto estrinseca a quella che formò l' oggetto di questa Memoria, ed è non meno comprovata dall' analisi dei fenomeni chimici prodotti dagl' *Elettro motori*, che da quelli, che meno impropriamente in principio si potevano dire *Galvanici*, e dei quali essa trattò diffusamente.

In virtù di tutte queste riflessioni giudico miglior consiglio il pubblicare piuttosto dopo questo scritto alcune mie Memorie sui *fenomeni che presentano alcuni pesci detti elettrici*; i quali fenomeni, come mi lusingo che potrà scorgersi di leggieri, posti ad esatto confronto con quelli degl'*Elettromotori*, ben lungi dall'appoggiare l' opinione de' *pretti Galvanisti*, o de'*Pseudo-galvanisti*, alla quale in origine fornirono uno de'principali argomenti d'analogia e d' induzione, confermeranno ulteriormente la teorica del non mai abbastanza lodato VOLTA, dietro la quale in questo lavoro scientifico si mostrò vittoriosamente l'*identità dell'elettrico col così detto fluido galvanico*; per il che anche per questo titolo parmi che con me si potrà giustamente affermare, ch' Egli *vim Rajae Torpedinis meditatus*, fu *naturae interpres et aemulus*. L' Ed.

INDICE

Degli Articoli ne' quali è divisa la Memoria.

Art. I. *Del Galvanismo semplice, ossia dei fenomeni così detti* galvanici *prodotti dall' applicazione di soli due o tre conduttori, ossia motori elettrici diversi* . . . . . pag. 1

Art. II. *Del Galvanismo composto, o a meglio dire Voltaismo, cioè degli apparati formati da una serie ordinata di Elettromotori semplici.* . . . . . » 20

Art. III. *Del potere che hanno gli Elettromotori di caricare nel più breve tempo, e ad una* tensione *eguale alla loro propria, qualunque boccia di Leyden, o batteria; e di far quindi che queste diano scosse proporzionali a tali cariche, ed alle rispettive capacità* . . . . . » 28

Art. IV. *Ulteriore confronto del valore delle scariche elettriche sotto il doppio rapporto della loro intensità o* tensione *elettrometrica, e della quantità di fluido che le forma, con varie ricerche di Elettrometria* . . . . . » 45

Art. V. *Della poca virtù conduttrice dell' acqua massime pura: per cui un torrente elettrico tragittandovi si allarga a più potere, prendendo oltre il diritto sentiero molte altre vie comunque oblique e lunghe: applicazione di ciò alle scosse, che si hanno sott' acqua, come dalle Torpedini, così dalle pile, e dalle bocce di Leyden* . . . . . » 68

Art. VI. *Degli effetti, che oltre le scosse, producono gli Elettromotori sopra gli organi animali, e particolarmente sopra quelli de' sensi* . . . . . » 93

Art. VII. *Continuazione dell' articolo precedente: ossia particolari osservazioni intorno ad alcune circostanze, che modificano la forza e la qualità delle impressioni portate dagli Elettromotori sui nostri organi* . . . . . » 129

Conclusione . . . . . » 139

CATALOGO

Delle Opere state pubblicate dal VOLTA sino a tutto l' anno 1813.

Nell'anno

1769. I. *De vi attractiva ignis electrici, de phaenomenis inde pendentibus: Dissertatio aepistolaris Alexandri Volta ad Ioannem Baptistam Beccaria:* non fu inserita in alcun Giornale, e perciò è rarissima: essa tratta dei fenomeni dell' Elettricità *vindice*.

1775. II. Lettere diverse sull' *Elettroforo* perpetuo, inserite nella *Scelta d' Opuscoli* di Milano: Ediz. in 8.° Vol. VIII. pag. 127., Vol. XII. pag. 94. (1775), Vol. XIV. pag. 84., Vol. XX. pag 32. (1776.): Ediz. in 4.° T. I. e II.

III. Sull' Elettricità vindice e sull' Elettroforo: Ved. *Scelta d' Opuscoli* cit. in 8.° Vol. IX. pag. 91. e Vol. X. pag. 87.: in 4° T. I. (1775.).

1776. IV. *Lettre sur un Electrophore perpétuel*. Ved. Observations sur la Physique, sur l' Histoire Naturelle, et sur les Arts par M. l' Abbé Rozier T. VIII. pag. 21. a Paris (1776.).

1777. V. *Schreiben an den Herrn* Ioseph Klinkosch *den beständigen eletktricität'sträger betreffend.* Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen Band. III. pag. 199. Prag.

VI. Lettere (N° VII.) sull' aria infiammabile nativa delle paludi, dirette al P. Carlo G. Campi C. R. S. Milano pel Marelli in 8.°: furono tradotte in francese a Strasburgo (1778.). Ved. l'estratto nella *scelta d' Opuscoli* cit. in 8.° Vol. XXVIII.: in 4.° T. III. (1777.): ed il T. II del *Dizionario di Chimica* di Macquer tradotto in italiano da G. A. Scopoli Pavia (1783.). Ved. inoltre *Précis d' une lettre sur l' air inflammable* T. I pag. 152. et T. II. pag. 219. (1778.) = *Sur l' inflammation de l' air inflammable et de l' air comun* Tom. II. pag. 365. (1778.) e T. I. pag. 278. (1779.) del Giornale cit. Observations etc. par MM. Rozier, Mongez le jeune, et de La-Métherie.

VII. Lettera sopra la costruzione d' un Moschetto e d' una

Pistola ad aria infiammabile: ved. *Scelta d' Opuscoli* cit. in 8.° Vol. XXX. pag. 86. e Vol. XXXI. pag. 3. : in 4.° T. III. (1777.): ritrovasi anche separata.

VIII. Sopra un nuovo *Eudiometro*, Lettera al D. Priestley nella cit. *Scelta d' Opuscoli* in 8.° Vol. XXXIV. pag. 65.; e in 4.° T. III. pag. 432.: ved. inoltre il sopracit. T. II. del Diz. di Macquer.

1778. IX. Osservazioni sul fosforo d'orina. Ved. gl' *Opuscoli Scelti* di Milano T. I. in 4.° pag. 65. (1778.).

X. Sulla capacità dei Conduttori Elettrici, e sulla commozione che anche un semplice Conduttore è atto a dare eguale a quella della boccia di Leyden = *Opuscoli Scelti* etc. Tom. I. pag. 289. (1778.), ed il Giornale francese cit. *Observations* etc. par MM. Rozier, Mongez et de La-Métherie T. I. pag. 249. (1779.), ossia T. XIII. dell' intera collezione.

1782. XI. Del modo di rendere sensibilissima la più debole elettricità, sia artificiale, sia naturale: trovasi riportata in italiano nelle *Philosophical Transactions* colla traduzione in inglese di Tiberio Cavallo nel Vol. LXXII. Part. I. (1782.) Londra. Questa Memoria, che è una delle più interessanti del nostro Aut., contenendo l' utilissima scoperta del *Condensatore*, è divisa in due parti ed avvi aggiunta un Appendice. Essa è pure inserita nel Giornale fran. cit. *Observations* etc. col titolo: *Sur les avantages d' un isolement imperfait.* T. I. pag. 325. et T. II. pag. 3. (1783.), ossia XXII. e XXIII. dell' intera raccolta del medesimo giornale, e negl' *Opuscoli Scelti* etc. T. VII. pag. 128. (1784.) col primo annuncio: *del modo* etc.

1784. XII. Memoria sopra i fuochi dei terreni, e delle fontane ardenti in generale, e sopra quelli di *Pietra - mala* in particolare, con un' Appendice in cui parlasi specialmente di quelli di *Velleja*: negl' *Atti della Società Italiana* T. II. p. 2. pag. 662. e 900. Verona (1784.), e negl' *Opuscoli Scelti* etc. T. VII. pag. 321. e 398. (1784.).

1788. XIII. Osservazioni sull' Elettricità dei vapori dell'acqua, pubblicate nella *Biblioteca Fisica d' Europa* di L. Brugnatelli T. I. pag. 149 Pavia (1788.)

XIV. Estratto d' una Lettera al Sig. L. Brugnatelli contenente alcune riflessioni sul *Magnetismo*, e sulla proprie-

tà della polvere di carbone scoperta da Lowitz di togliere sull' istante alla carne la più fracida l' odore putrido, e di far sentire prontamente l' odore dell' alcali volatile il più puro: *idem* T. IV. pag. 133. (1788).

XV. Osservazioni sull' elettricità del ghiaccio nella stessa Opera periodica T. VI. pag. 164. (1788.).

XVI Lettere sulla Meteorologia elettrica (N.° IX.) dirette al Professore Lichtenberg di Gottinga pubblicate nella *Biblioteca fisica* cit.. Lett. I. *sugl' elettrometri, e sul modo di renderli comparabili, e sulla maniera d'applicare il Condensatore all' elettrometro*: (1788.) Vol. I. pag. 73. Lett. II. tratta in parte *intorno al soggetto della lettera antecedente, sulla funzione della distanza ne' fenomeni elettrici, e sull' elettrometro atmosferico e suo perfezionamento*: Vol. II. pag. 103. Lett. III. continua *sull' uso dell' elettrometro, e del Condensatore nelle osservazioni atmosferiche, e d' altri consimili strumenti, non che degl' inganni che ponno nascere nelle elettro-meteorologiche osservazioni*: Vol. III. pag. 79. Lett. IV. *sull' applicazione della fiammella alla punta dell'elettrometro atmosferico, sulle cause produttrici le variazioni nello stato elettrico dell' atmosfera, e sul confronto fra la forza assorbente, e dissipatrice delle punte metalliche in confronto di quella della fiamma*: Vol. V. pag. 79. Lett. V. *se la fiamma può ben anche dissipare i nembi temporaleschi, come si è supposto che il facciano le punte*: Vol. VI. pag. 137. Lett. VI. *sul modo d' eccitare l' elettricità coll' evaporazione, combustione, ec. e quindi sulla principale origine dell' elettricità atmosferica*: (1789.) Vol. VII. pag. 81. Lett. VII. *sull' elettricità eccitata dagli spruzzi d' acqua delle fontane, e perchè sia negativa?* Vol. IX. pag. 109.. A questa lettera avvi un' aggiunta in cui si parla *dell' elettricità prodotta colla raschiatura d' alcuni corpi*: Vol. X. pag. 39. Lett. VIII. *sull' elettricità negativa delle pioggie e delle nubi temporalesche a differenza di quella delle nebbie, della neve ec.* Vol. XI. pag. 53. Lett. IX. *primi passi per ispiegare il fenomeno meteorologico della grandine* (1790.) Vol. XIV. pag. 61.

1790. XVII. Memoria della maniera di far servire l' *elettrometro atmosferico portatile* all' uso d un *Igrometro* sensibilis-

simo, nella quale si rischiarano molte cose intorno al trascorrimento del fluido elettrico ne' Conduttori *imperfetti*: negl' atti della Società Italiana cit. T. V. pag. 551. Verona (1790.).

XVIII. Descrizione dell' *Eudiometro ad aria infiammabile*, il qual serve inoltre d' apparato universale per l' accensione al chiuso delle arie infiammabili d' ogni sorta mescolate in diverse proporzioni con aria respirabile più o meno pura, e per l'analisi di quelle, e di questa: *Annali di Chimica* di Luigi Brugnatelli T. I. pag. 171. Pavia (1790.), T. II. pag. 161. (1791.), e T. III. pag. 36. *idem*.

1792. XIX. Lettera al Sig. Dott. Pietro Antonio Bondioli in cui parlasi principalmente sull' *Aurora Boreale* nel *Giornale Fisico - Medico* di L. Brugnatelli, T. I. pag. 66. Pavia (1792.): questa Lettera può dirsi la X. delle *Meteorologico - elettriche*.

XX. *Commentarj de rebus in scientia naturali, et in medicina gestis*: Lipsiae T. XXXIV. pag. 684. art. 14 (1792.). Quest' articolo contiene i primi tentativi del nostro Aut. intorno ai fenomeni *galvanici*: lo stesso è riferito nell' *Histoire du Galvanisme par* P. Sue *Aîné* 1. *Part. pag.* 238. a *Paris* (1802.).

XXI. Lettera al Sig. Dott. Baronio sull' *elettricità animale*: Giornale Fisico - Medico cit. T. II. pag. 122. (1792.).

XXII. Memoria I. sull' *elettricità animale* distinta in 2. parti: nella 1. parlasi *della scoperta di Galvani, e del confronto di essa colle cognizioni che fino allora si avevano intorno all' elettricità animale*: nella 2. si riferiscono *le nuove esperienze qui* (Pavia) *intraprese sull' elettricità medesima*. T. II. pag. 146. del giornale Fisico - Medico cit. (1792.).

XXIII. Memoria II. sull' *elettricità animale idem* T. II. pag. 241., e Tom. III. pag. 35. (1792.).

XXIV. Nuove osservazioni sull' *elettricità animale idem* T. IV. pag. 192. (1792.).

1793. XXV. Memoria III. sull' *elettricità animale* compresa in alcune lettere: Lettera prima diretta al Sig. Prof. Aldini, l' unica venuta in luce: *idem* T. V. ossia I. del 2.° anno (1793.) pag. 63.

XXVI. Dell' uniforme dilatazione dell' aria per ogni grado

di calore, cominciando sotto alla temperatura del ghiaccio fin sopra quella dell' ebollizione dell' acqua: e di ciò che soveute fa parer non equabile tal dilatazione, entrando ad accrescere a dismisura il volume dell' aria: Ved. *Annali di Chimica* cit. T. IV. pag. 227. (1793.).

XXVII. *Account of some discoveries made by M.* Galvani *of Bologna; with experiments and observations om them. In two letters to M.* Tiberius Cavallo *F. R. S.* = Philosophical Transact. cit. Par. I. 1793. pag. 10.

1794. XXVIII. Nuova Memoria sull' *elettricità animale* esposta in alcune lettere al Sig. Anton. M. Vassalli: Lett. I. nel *Giornale Fisico-Medico* cit. T. X., ossia II. del 3.° anno (1794) pag. 248., e negl' *Annali di Chimica* cit. T. V. pag. 132. (1794.) = Lett. II. allo stesso nel giornale sudd.° T. XI. ossia III. del 3.° anno pag. 97., e negl'annali cit. T. VI. pag. 142. (1794.).

1796. XXIX. Lettera III. sull' *elettricità animale* diretta allo stesso Sig. Vassalli: Ved. gl' *Annali* sopracit. T. XI. pag. 84. (1796.).

1797. XXX. *Expériences sur l'électricité dite animale*: Annales de Chimie Vol. XXIII. pag. 276. Paris.

XXXI. Estratto della I. Lettera al Prof. Green d' Hala sul Galvanismo, ossia sull' elettricità eccitata dal contatto de' Conduttori dissimili: *Annali di Chimica cit.* T. XIII. pag. 226. (1797.). Lett. II. allo stesso in continuazione della precedente *idem* T. XIV. pag. 3. (1797.). Lett. III. al medesimo sullo stesso argomento *idem* pag. 40.: vedi inoltre *les Annales de Chimie* cit. Vol. XXIX. pag. 91. a Paris (an. 1799.), e *le Iournal de Physique, de Chimie, d' Histoire naturelle et des Arts par.* I. C. De-Lamétherie T. XLVIII. pag. 336. (an. 1799.) *a Paris.*

1800. XXXII. Lettera al Prof. L. Brugnatelli sopra alcuni fenomeni chimici ottenuti col nuovo apparecchio elettrico: V. *Annali di Chimica* cit. T. XVIII. pag. 1. (1800.).

XXXIII. Lettera al Sig. Consigliere D. Marsiglio Landriani sopra l' Elettrico, *idem* pag. 7.

XXXIV. *On the Electricity excited by the mere contact of conducting substances of different Kinds* = Philosoph. Transact. cit. (1800.) part. II. pag. 403. in a letter to the Rt. Hon. Sir Ioseph Banks Ba. K. B. P. R. S. Questa

Memoria interessantissima è scritta in francese. Veggasi anche la Description de nouvel appareil électrico-galvanique ec. nel *Iournal de Phisique* ec. cit. par De La-Métherie Paris (1800.) T. LI. pag. 334., *e nella Bibliotéque Britannique Sciences et Arts* (1800.) Vol. XV. pag. 3.: e nel *Iournal de Nicholson*, *Account of the new electrical* ec. nel Luglio (1800.) Londra.

1801. XXXV. *Extrait d'une lettre au C. Dolomieu sur quelques tentatives pour rendre l'appareil galvanique encore plus comode*: Bulletin des Sciences par la Societé philomatique a Paris N.° 54. pag. 48. (Ann. IX. 1800.-1801.).

XXXVI. *Lettre* a I. C. De La-Métherie *sur les phenomenes galvaniques*: Iournal de Physique ec. cit. (Ann X. 1801.-1802.) T. LIII. pag. 309. La medesima in italiano col titolo *Sopra gli Elettromotori* negl' *Opuscoli Scelti cit.* di Milano T. XXI. pag. 375. (1801.). Questa Memoria è interessantissima ed è come la prima parte della seguente stata letta dal Volta all' Istituto Nazionale di Francia nel Novembre 1801.

1802. XXXVII. *De l'électricité galvanique*, ossia *le fluide galvanique ne différe point de fluide électrique*: Annales de Chimie cit. Paris (Ann. X. 1801.-1802.). Vol. XL. pag. 225. La medesima Memoria col titolo *sull' identità del fluido elettrico col fluido galvanico* ritrovasi negl' Annali di Chimica di Pavia cit. T. XIX. pag. 38. (1802.) colla continuazione, la quale manca negl' Annali di Chimica di Parigi, inserita nel T. XXI. *idem* pag. 163. (1802.).

XXXVIII. Articolo di Lettera al Prof. L. Brugnatelli sopra alcuni fenomeni elettrici, *idem* pag. 79.

XXXIX. Lettera allo stesso sopra l' applicazione dell' elettricità ai sordi-muti dalla nascita, *idem* pag. 100.

XL. *Reponse aux observations* de Nicholson *sur ma* (Volta) *théorie*, intorno cioè ai fenomeni elettrico-galvanici: Bibliotéque Britannique cit. Vol. XIX. Sciences et Arts 1. part a pag. 274., 2. part a pag. 339. (Ann. X. 1801.-1802.). Vedi inoltre les Annales de Chimie a Paris Vol. XLII. pag. 280. (Ann. X. 1801.-1802.): *reponse à quelques objections* ec.

1805. XLI. Lettera al Sig. Configliachi Prof. nell' Università di Pavia sopra le esperienze ed osservazioni da intra-

prendersi sulla *Torpedine* = *Annali di Chimica di Pavia* cit. T. XXII. pag. 223. (1805.).

1806. XLII. Estratto d'un suo Manuscritto in cui viene dimostrata insussistente l'opinione del Sig. Pacchiani esposta nel 1805. sulla genesi dell'acido muriatico ossigenato (clorino) e dell'alcali nell'acqua sottoposta all'azione degl'Elettromotori, pubblicato nel *Saggio di naturali osservazioni sull'elettricità Voltiana* del D. Giuseppe Baronio a pag. 102., Milano presso Pirotta e Maspero (1806.).

XLIII. Memoria sopra la grandine: Ved. le *Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano, Classe di Fisica e Matematica* T. I. P. II. pag. 125. Bologna (1806.). Questa pregevolissima Memoria, che può dirsi la XI. Lettera *meteorologico-elettrica*, trovasi pure inserita nel *Giornale di Fisica, Chimica, e Storia Naturale* del P. L. Brugnatelli, 1.° Bimestre pag. 31., 2.° Bim. pag. 129., e 3.° Bim. pag. 179. Pavia (1808.), e nel *Iournal de Physique* ec. cit. par De La-Métherie T. LXIX. pag. 289. e 333. (1809.).

1810. XLIV. Estratto d'una lettera relativa alla Memoria del Chimico Sig. Porati, *sulla possibiltà d'un' accensione spontanea*. Milano presso Gio. Bianchi (1810.) in 8.°

Fine del Catalogo.